Transports Canada | Transport Canada

NUMÉRO 4/2021

SÉCURITÉ AÉRIENNE — NOUVELLES

Dans ce numéro…

Le Canada adopte le nouveau format mondial de notification du compte rendu de l'état de surface de piste

Décryptons le code : comprendre les codes d'état de piste

Toujours s'attendre à l'inattendu

Exploitation des aéronefs en cas de givrage au sol

Consignation des réparations et des modifications majeures

TP 185F

Photo page couverture : Wikipedia

Canada

Sécurité aérienne — Nouvelles est publiée par l'Aviation civile de Transports Canada. Le contenu de cette publication ne reflète pas nécessairement la politique officielle du gouvernement et, sauf indication contraire, ne devrait pas être considéré comme ayant force de règlement ou de directive.

Les lecteurs sont invités à envoyer leurs articles, observations et leurs suggestions par courriel. La rédaction se réserve le droit de modifier tout article publié. Ceux qui désirent conserver l'anonymat verront leur volonté respectée.

Veuillez faire parvenir votre courriel à l'adresse suivante :

Jim Mulligan, rédacteur
Courriel : TC.ASL-SAN.TC@tc.gc.ca
Tél. : (343) 553-3022
Internet : www.tc.gc.ca/SAN

Droits d'auteur :
Certains des articles, des photographies et des graphiques qu'on retrouve dans la publication *Sécurité aérienne — Nouvelles* sont soumis à des droits d'auteur détenus par d'autres individus et organismes. Dans de tels cas, certaines restrictions pourraient s'appliquer à leur reproduction, et il pourrait s'avérer nécessaire de solliciter auparavant la permission des détenteurs des droits d'auteur. Pour plus de renseignements sur le droit de propriété des droits d'auteur et les restrictions sur la reproduction des documents, veuillez communiquer avec le rédacteur de *Sécurité aérienne —Nouvelles.*

Note : Nous encourageons les lecteurs à reproduire le contenu original de la publication, pourvu que pleine reconnaissance soit accordée à Transports Canada, *Sécurité aérienne — Nouvelles*. Nous les prions d'envoyer une copie de tout article reproduit au rédacteur.

Bulletin électronique :
Pour vous inscrire au service de bulletin électronique de *Sécurité aérienne — Nouvelles*, visitez notre site Web au www.tc.gc.ca/SAN.

Impression sur demande :
Pour commander une version papier (en noir et blanc), veuillez communiquer avec :

Le Bureau de commandes
Transports Canada
Tél. sans frais (Amérique du Nord) : 1-888-830-4911
Tél. : 613-991-4071
Courriel : MPS1@tc.gc.ca

Aviation Safety Letter is the English version of this publication.

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Transports (2021)

ISSN : 0709-812X
TP 185F

Table des matières

Page

Le Canada adopte le nouveau format mondial de notification du compte rendu de l'état de surface de piste 3
Décryptons le code : comprendre les codes d'état de piste 6
Le saviez-vous? 15
Toujours s'attendre à l'inattendu 15
Exploitation des aéronefs en cas de givrage au sol 16
Consignation des réparations et des modifications majeures 18
Vous recommencerez bientôt à voyager en famille? 19
Rapports du BST publiés récemment 22

SUR LE RADAR

Le Canada adopte le nouveau format mondial de notification du compte rendu de l'état de surface de piste

par l'équipe de mise en œuvre du GRF de TCAC : Guy Héneault, Drew Dutton, Robert Kostecka, Cheryl Bugden, Normes relatives aux aérodromes et Benoît Saulnier, Normes relatives aux vols commerciaux

Par la mise en œuvre du format mondial de notification (appelé « Global Reporting Format » (GRF) en anglais), la méthodologie internationalement reconnue pour communiquer l'état de surface des pistes, le Canada vient de marquer une étape cruciale pour l'amélioration de la sécurité des vols.

Figure 1. À la suite de l'accident du B737-700 survenu le 8 décembre 2005 à l'aéroport Midway de Chicago, on a mis sur pied le TALPA ARC, une importante initiative visant à améliorer la sécurité des opérations sur des pistes mouillées et contaminées qui a finalement abouti au GRF.

Le Canada a commencé à utiliser le GRF le 12 août 2021, soit environ trois mois avant la date cible fixée par l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI). Plusieurs motifs convaincants ont incité l'OACI à demander l'adoption d'une méthodologie uniformisée et améliorée pour communiquer l'état de surface des pistes.

Le GRF vise essentiellement à atténuer les dangers et les risques liés aux opérations sur des pistes mouillées ou contaminées par de l'eau, de la neige fondue, de la neige, de la neige durcie, du gel ou de la glace. Ces dangers et ces risques sont bien connus et ont été documentés en détail. Au Canada, plusieurs types d'aéronefs de la catégorie transport ont été impliqués dans des accidents lors d'opérations sur des pistes mouillées ou contaminées, dont l'Airbus A340, l'Embraer 145, le Boeing 727 et le Boeing 737, ainsi que divers autres avions. En raison de ces

enjeux de sécurité importants, les sorties en bout de piste figurent sur la liste de surveillance du Bureau de la sécurité des transports (BST) depuis 2010.

Le GRF découle des travaux du *Takeoff and Landing Performance Assessment Aviation Rulemaking Committee* (TALPA ARC) [comité réglementaire pour l'évaluation des performances au décollage et à l'atterrissage]. Après la sortie en bout de piste d'un Boeing 737-700 à l'aéroport Midway de Chicago le 8 décembre 2005 (figure 1), la Federal Aviation Administration (FAA) des États-Unis a convoqué le TALPA ARC. L'objectif de ce comité était de se pencher sur les problèmes de sécurité liés au décollage et à l'atterrissage sur des pistes mouillées et contaminées. Parmi les participants figuraient des constructeurs d'aéronefs, des exploitants aériens, des exploitants d'aéroports, des associations industrielles (associations de pilotes, associations d'aéroports, etc.), le National Transportation Safety Board et la FAA des États-Unis, Transports Canada et d'autres autorités de l'aviation civile.

Le TALPA ARC a mis au jour des lacunes importantes dans les méthodes utilisées pour communiquer l'état de surface des pistes et l'information sur les performances utilisés par les équipages de conduite. Le TALPA ARC a formulé des recommandations en réponse à ces lacunes et les a présentées à la FAA en juillet 2009. Ces recommandations, qui sont devenues collectivement connues sous le nom de « TALPA », comprenaient l'élaboration d'une terminologie cohérente et l'établissement de critères d'évaluation des pistes, présentés dans un format uniformisé. Au final, les recommandations du TALPA ARC, qui ont été intégrées au système de notification américain en 2016 par la Federal Aviation Administration (FAA) des États-Unis, ont servi de base au GRF de l'OACI.

L'OACI a rendu obligatoire l'utilisation du GRF, un format de notification auquel ont été intégrées de nombreuses améliorations importantes en matière de sécurité qui étaient recommandées par le TALPA ARC. Les documents d'orientation de l'OACI précisent plusieurs caractéristiques importantes que les rapports sur l'état des pistes doivent comprendre, notamment :

- un ensemble convenu de critères utilisés de manière cohérente pour l'évaluation de l'état de la surface des pistes, la certification (des performances) des avions et le calcul des performances opérationnelles;
- un code unique d'état des pistes (RWYCC) qui englobe tous les critères convenus [...] et qui est associé à l'efficacité de freinage observée, puis communiqué par les équipages de conduite;
- la notification du type et de l'épaisseur des contaminants qui ont une incidence sur les performances de décollage;
- une terminologie et une phraséologie communes uniformisées pour la description de l'état de la surface des pistes, qui peuvent être utilisées par le personnel d'inspection des exploitants d'aérodromes, les contrôleurs de la circulation aérienne, les exploitants d'aéronefs et les équipages de conduite;
- des procédures harmonisées à l'échelle mondiale pour l'adoption du RWYCC, avec suffisamment de souplesse pour tenir compte des variations locales en fonction des conditions météorologiques, de l'infrastructure et d'autres conditions particulières.

La mise en œuvre canadienne du GRF tiendra compte de l'intention et des éléments importants de sécurité exigés par l'OACI, et apportera également quelques améliorations importantes qui s'avéraient nécessaires pour améliorer la sécurité et l'harmoniser avec le format de notification du TALPA utilisé aux États-Unis depuis 2016. L'une des

principales différences avec le format de l'OACI est la possibilité de signaler deux contaminants (par tiers de piste ou pour une piste entière, pour la notification de l'état d'une piste complète). La notification de deux contaminants :

- permet aux pilotes et aux agents de régulation des vols de déterminer avec précision la masse maximale autorisée au décollage, puisque la limite de contaminant n'est pas la même pour tous les avions;
- harmonise les comptes rendus en Amérique du Nord, puisqu'on peut aussi signaler deux contaminants dans le Field Condition NOTAM (FICON) des États-Unis.

L'une des mesures les plus importantes pour réduire les dangers et les risques associés aux opérations sur des pistes mouillées et contaminées est l'utilisation des renseignements appropriés sur les performances de l'avion. Certains types d'avions, en particulier les gros avions de la catégorie transport, disposent de données de performances préparées par les fabricants; ces données sont élaborées de manière à tenir compte de l'état de la surface des pistes mouillées et contaminées et elles concordent avec le nouveau GRF. Si les renseignements sur les performances produits par le fabricant ou préparés par un fournisseur tiers ne sont pas disponibles, les facteurs de distance d'atterrissage qui figurent au tableau 6 de la Circulaire d'information (CI) 700-057 peuvent être utilisés, car ils concordent également avec le nouveau GRF.

Le coefficient canadien de frottement sur piste (CRFI) continuera d'être signalé. Le CRFI est un outil utile qui permet aux exploitants d'aéroports et d'aérodromes d'avoir une mesure objective du frottement sur piste et qui fournit des renseignements pour améliorer la connaissance de la situation des pilotes. Il existe de nouvelles réglementations qui exigent la notification du CRFI par tiers de piste pour les pistes plus longues utilisées par les exploitants d'un service aérien de navette (sous-partie 704) et d'une entreprise de transport aérien (sous-partie 705). Les renseignements du CRFI figurent maintenant sous l'en-tête « ADDN NON-GRF/TALPA INFO ». Les renseignements du CRFI peuvent être utilisés pour l'évaluation des performances d'atterrissage à l'heure d'arrivée par les pilotes et les exploitants qui n'utilisent :

- ni l'information relative aux performances de l'avion (préparées par le fabricant ou par un tiers) qui tiennent compte de la contamination des pistes;
- ni le tableau 6 des facteurs (génériques) de distance d'atterrissage (FDA) publié dans la CI 700-057.

Il est important de bien comprendre les dangers et les risques liés aux opérations sur des pistes mouillées ou contaminées et de les atténuer grâce à des mesures efficaces. La mise en œuvre du GRF au Canada constitue une étape cruciale vers l'atteinte de cet objectif important.

Renseignements et orientations supplémentaires

Des renseignements et des orientations supplémentaires concernant le GRF sont mis à la disposition du personnel des opérations aériennes ainsi qu'à celle des exploitants d'aéroports et d'aérodromes :

- Circulaire d'information (CI) 700-057, *Format mondial de notification (GRF) du compte rendu de l'état de la surface de la piste* : document d'orientation pour les opérations aériennes;

  Remarques : Le corps du texte de la CI 700-057 fournit les informations générales ainsi que les renseignements essentiels nécessaires pour lire et comprendre le nouveau format mondial de notification (GRF) du compte rendu de l'état de surface de piste.

Les annexes fournissent des explications détaillées portant sur différents aspects du GRF, ainsi que des renseignements importants portant sur la sécurité des opérations sur des pistes mouillées et contaminées.

- CI 300-019, *Format mondial de notification (GRF) du compte rendu de l'état de la surface de la piste*.

D'autres articles portant sur le GRF et les risques liés aux pistes mouillées et contaminées seront publiés dans *Sécurité aérienne — Nouvelles*. △

CONSEIL ET OUTILS

Décryptons le code : comprendre les codes d'état de piste

par l'équipe de mise en œuvre du GRF de TCAC : Guy Héneault, Drew Dutton, Robert Kostecka, Cheryl Bugden, Normes relatives aux aérodromes et Benoît Saulnier, Normes relatives aux vols commerciaux

Les codes d'état de piste (RWYCC) sont l'un des éléments du format mondial de notification (GRF) pour rendre compte de l'état de la surface des pistes. Bien que plusieurs pilotes exploitant des avions à réaction de catégorie transport soient plutôt habitués à utiliser les RWYCC, qui servent depuis plus d'une décennie à évaluer la performance d'atterrissage à l'arrivée, de nombreux autres pilotes pourraient ne pas les connaître. Le présent article abordera la nature des RWYCC, la façon dont ils ont été créés et les importants messages de sécurité qu'ils communiquent. Mais surtout, nous expliquerons comment les RWYCC peuvent aider les pilotes à faire face aux risques associés aux atterrissages sur des pistes mouillées et contaminées.

Essentiellement, le RWYCC est un chiffre compris entre 0 et 6 qui représente la glissance d'un certain tiers de piste et qui permet de fournir cette information aux pilotes sous une forme abrégée normalisée. Un RWYCC de 0 correspond à une piste extrêmement glissante, tandis qu'un RWYCC de 6 correspond à une piste sèche. Les RWYCC servent aussi à améliorer la connaissance qu'ont les pilotes de la situation, à savoir où prévalent les conditions les plus glissantes et où les contaminants se trouvent sur les pistes. Les pilotes peuvent également les utiliser pour effectuer une évaluation de la performance d'atterrissage à l'arrivée (pour les aéronefs présentant des renseignements adéquats relatifs aux performances).

Les RWYCC sont inclus dans un NOTAM de l'état de la surface de la piste (RSC), dans lequel les conditions de surface sont signalées par tiers de piste (p. ex. 3/3/2). Le compte rendu des conditions par tiers se fait généralement pour les longues pistes empruntées par les grands aéronefs à haute performance, et s'applique seulement aux pistes asphaltées. La décision de faire le compte rendu par longueur totale ou par tiers de piste est prise par les exploitants de l'aéroport ou de l'aérodrome en consultation avec les exploitants qui utilisent l'installation.

Lorsque le signalement des conditions de surface se fait par tiers, le NOTAM RSC pour une seule piste comprendra deux comptes rendus, un pour chaque sens de la piste (p. ex. RSC RWY 07 et RSC RWY 25). Les RWYCC sont présentés dans la direction du vol pour chacun des sens de la piste, afin d'aider les pilotes à visualiser où se trouvent les contaminants sur la piste. Par exemple :

RSC RWY 07 3/3/5…
RSC RWY 25 5/3/3…

La photo illustre comment le signalement par tiers contribue à améliorer la connaissance qu'ont les pilotes de la situation.

Figure 1 : Les deux lignes bleues pointillées sur la photo montrent les avantages de signaler les conditions de la surface d'une piste par tiers au moyen des RWYCC associés. Pour les atterrissages s'effectuant dans cette direction, les RWYCC seraient de 3/3/5. Cette description « abrégée » de la glissance de la piste aide les pilotes à comprendre que les contaminants se trouvent principalement dans les deux premiers tiers de la piste. Pour les atterrissages s'effectuant dans l'autre direction, les RWYCC seraient 5/3/3.

Pour comprendre comment les RWYCC sont déterminés, il faut d'abord examiner la *matrice d'évaluation de l'état des pistes* (RCAM). La RCAM est un outil qui établit une équivalence entre les descriptions normalisées des surfaces de piste, les RWYCC, les comptes rendus sur l'efficacité du freinage, et les renseignements sur les performances de l'avion (données). Elle sert à harmoniser les observations de l'aéroport avec les évaluations de la performance d'atterrissage réalisées par l'équipage de conduite, ce qui représente un progrès important par rapport aux méthodes et pratiques précédentes en matière de performance.

À l'origine, la RCAM avait été élaborée par le Takeoff and Landing Performance Assessment Aviation Rulemaking Committee (TALPA ARC), dont les travaux ont éventuellement mené au GRF. (Pour en savoir plus sur le TALPA ARC, consultez *Le Canada adopte le nouveau format mondial de notification à l'égard des conditions de surface des pistes*, article également publié dans ce numéro de SAN.)

La RCAM est effectivement la pierre angulaire du GRF. Grâce à cet outil puissant, nous pouvons intégrer tous les avantages du TALPA en matière de sécurité — et assembler toutes les pièces du casse-tête :

- **EXPLOITANTS D'AÉRODROMES** : Compte tenu de la mise en œuvre du GRF, les exploitants d'aéroports et d'aérodromes signaleront dorénavant les conditions de surface des pistes selon un format normalisé employant une terminologie normalisée et universellement acceptée. Ce signalement est maintenant intégré aux données sur les performances de l'avion qu'utilisent les équipages de conduite.
- **RENSEIGNEMENTS SUR LES PERFORMANCES DE L'AVION** : Depuis les dix dernières années, les principaux fabricants d'avions de catégorie transport produisent des renseignements sur les performances de l'aéronef fondés sur les méthodes du TALPA qui constituent la base du GRF; ces méthodes font appel à des distances d'atterrissage normales, ce qui représente un progrès important.

Concernant les avions pour lesquels les fabricants n'ont pas fourni de renseignements sur les performances basés sur le TALPA ou dont les renseignements ont été élaborés par un tiers, il est possible de consulter le tableau 6, **Facteurs de distance d'atterrissage**, dans la Circulaire d'information (CI) 700-057.

- **ÉQUIPAGES DE CONDUITE** : Avec l'adoption du GRF, les équipages de conduite bénéficieront dorénavant d'informations normalisées sur les conditions de surface des pistes, conditions qui seront présentées dans un format s'harmonisant avec celui des renseignements sur les performances servant à évaluer la performance d'atterrissage à l'arrivée.

Essentiellement, la RCAM (illustrée ci-dessous) se compose de deux parties principales :

- Les **critères d'évaluation**, qui apparaissent dans la moitié gauche (non ombrée) de la RCAM;
- Les **critères de maîtrise en direction et d'efficacité de freinage**, qui apparaissent dans la moitié droite (ombrée) de la RCAM. (« **Critères d'évaluation pour un déclassement** » est l'expression équivalente utilisée dans la RCAM pour les exploitants d'aéroports et d'aérodromes.)

Critères d'évaluation		**Critères de maitrise en direction et d'efficacité de freinage**	
Description de la surface de la piste	**RWYCC**	**Observation de la décélération du véhicule ou de la maitrise en direction**	**Efficacité de freinage selon le pilote**
• SÈCHE	6	-	-
• GIVRE • MOUILLÉE (la surface de piste est couverte de toute humidité visible ou d'eau d'une épaisseur inférieure ou égale à 1/8 pouces [3 mm]) **Épaisseur inférieure ou égale à 1/8 pouces [3 mm]:** • NEIGE FONDANTE • NEIGE SÈCHE • NEIGE MOUILLÉE	5	La décélération au freinage est normale compte tenu de l'effort de freinage exercé sur les roues ET la maitrise en direction est sensiblement réduite	BONNE
Température de l'air extérieure de -15°C : • NEIGE DURCIE	4	La décélération au freinage OU la maitrise en direction se situe entre bonne et moyenne	BONNE A MOYENNE
• GLISSANTE LORSQUE MOUILLÉE (piste mouillée) • NEIGE SÈCHE OU NEIGE MOUILLÉE (toute épaisseur) SUR NEIGE DURCIE **Épaisseur supérieure à 1/8 pouce (3 mm) :** • NEIGE SÈCHE • NEIGE MOUILLÉE **Température de l'air extérieure supérieure à -15°C :** • NEIGE DURCIE	3	La décélération au freinage est sensiblement réduite compte tenu de l'effort de freinage exercé sur les roues ET la maitrise en direction est sensiblement réduite	MOYENNE
Épaisseur de plus de 1/8 pouce (3 mm) : • EAU STAGNANTE • NEIGE FONDANTE	2	La décélération au freinage OU la maitrise en direction se situe entre moyenne et faible	MOYENNE A FAIBLE
• GLACE	1	La décélération au freinage est sensiblement réduite compte tenu de l'effort de freinage exercé sur les roues OU la maitrise en direction est sensiblement réduite	FAIBLE
• GLACE MOUILLÉE • NEIGE FONDANTE SUR GLACE • EAU SUR NEIGE DURCIE • NEIGE SÈCHE OU NEIGE MOUILLÉE SUR GLACE	0	La décélération au freinage varie de minimale a inexistante compte tenu de l'effort de freinage exercé sur les roues OU la maitrise en direction est incertaine	MOINS QUE FAIBLE/NULLE

Figure 2 : La matrice d'évaluation de l'état des pistes (RCAM) utilisée par le personnel des opérations aériennes. (La version utilisée par les exploitants d'aéroports et d'aérodromes est similaire; elle comporte des différences mineures et présente certains renseignements additionnels.)

Les critères d'évaluation (moitié gauche non ombrée de la RCAM) comprennent des descriptions de la surface de la piste et des RWYCC. Les descriptions sont classées par catégories selon le type et l'épaisseur du contaminant (la température dans le cas de neige durcie y est aussi indiquée); elles sont présentées de façon hiérarchique — selon le degré de glissance de la piste. « SEC » — qui décrit une piste dont le frottement est le plus élevé — est au sommet de la liste, alors que des conditions comme « GLACE MOUILLÉE » — qui présentent un frottement faible — se trouvent tout en bas. Chaque description de surface de piste comporte un RWYCC correspondant. Par exemple, 1 po de neige sèche (qui est indiqué dans la partie « Plus de 1/8 po (3 mm) d'épaisseur » de la RCAM) a un RWYCC préliminaire correspondant de 3. (Vous trouverez ci-après une explication de la façon dont les RWYCC préliminaires sont par la suite confirmés, déclassés ou surclassés.) Les RWYCC sont déterminés par l'exploitant de l'aéroport ou de l'aérodrome et donnent aux pilotes une estimation relativement conservatrice de la performance d'atterrissage de l'avion.

Dans certaines conditions, la surface de la piste peut être plus glissante que ce que le RWYCC *préliminaire* avait déterminé en fonction des descriptions de surfaces figurant dans la RCAM. En particulier à des températures près du point de congélation et au-dessus (c.-à-d. à -3 °C ou plus), la surface de la piste peut être plus glissante que ce qu'indique le RWYCC préliminaire. À ces températures, les exploitants d'aéroports et d'aérodromes doivent faire preuve de vigilance et déclasser le RWYCC, s'il y a lieu. De plus, tout processus transférant de la chaleur à la surface peut rendre la piste plus glissante. Parmi les sources de chaleur possibles, mentionnons : les pneus d'un aéronef, l'échappement/l'inversion de poussée d'un moteur, les conditions atmosphériques et les précipitations. Le traitement des pistes peut aussi augmenter la glissance de façon temporaire.

Les **critères de maîtrise en direction et d'efficacité de freinage** (moitié droite ombrée de la RCAM) sont les critères qu'utilisent les exploitants d'aéroports et d'aérodromes pour déterminer si le RWYCC reflète avec exactitude la glissance de la piste. Les critères de maîtrise en direction et d'efficacité de freinage qui figurent sur la version de la RCAM utilisée par les équipages de conduite comprennent : **Efficacité de freinage selon le pilote** et **Observation de la décélération du véhicule ou de la maîtrise en direction**. (La version de la RCAM utilisée par les exploitants d'aéroports et d'aérodromes est similaire et comprend également le CRFI.)

L'exploitant de l'aéroport ou de l'aérodrome doit déterminer si le RWYCC *préliminaire* reflète précisément les conditions de la piste. Grâce à cette détermination, qui doit prendre en compte le CRFI (s'il est disponible), les observations de la décélération du véhicule ou de la maîtrise en direction, le ou les rapports du pilote sur l'efficacité du freinage, les connaissances locales et/ou d'autres renseignements, il sera possible de confirmer, déclasser ou surclasser le RWYCC préliminaire (pour autant que des critères additionnels stricts soient satisfaits). Ce RWYCC est ensuite publié dans le NOTAM RSC.

Pour comprendre comment cela fonctionne, revenons à l'exemple précédent, où 1 po de neige sèche (indiqué dans la RCAM à la partie « **Plus de 1/8 po (3 mm) d'épaisseur** ») avait un RWYCC *préliminaire* correspondant de 3. Un rapport fiable d'efficacité de freinage MAUVAISE ferait sans doute en sorte que l'exploitant de l'aéroport ou de l'aérodrome déclasserait le RWYCC à 1. Cette situation est illustrée ci-après

Critères d'évaluation		**Critères de maitrise en direction et d'efficacité de freinage**	
Description de la surface de la piste	**RWYCC**	**Observation de la décélération du véhicule ou de la maitrise en direction**	**Efficacité de freinage selon le pilote**
• SÈCHE	6	-	-
• GIVRE • MOUILLÉE (la surface de piste est couverte de toute humidité visible ou d'eau d'une épaisseur inférieure ou égale à 1/8 pouces [3 mm]) **Épaisseur inférieure ou égale à 1/8 pouces [3 mm]:** • NEIGE FONDANTE • NEIGE SÈCHE • NEIGE MOUILLÉE	5	La décélération au freinage est normale compte tenu de l'effort de freinage exercé sur les roues ET la maitrise en direction est sensiblement réduite	BONNE
Température de l'air extérieure de -15°C : • NEIGE DURCIE	4	La décélération au freinage OU la maitrise en direction se situe entre bonne et moyenne	BONNE A MOYENNE
• GLISSANTE LORSQUE MOUILLÉE (piste mouillée) • NEIGE SÈCHE OU NEIGE MOUILLÉE (toute épaisseur) SUR NEIGE DURCIE **Épaisseur supérieure à 1/8 pouce (3 mm) :** • NEIGE SÈCHE • NEIGE MOUILLÉE **Température de l'air extérieure supérieure à -15°C :** NEIGE DURCIE	3	La décélération au freinage est sensiblement réduite compte tenu de l'effort de freinage exercé sur les roues ET la maitrise en direction est sensiblement réduite	MOYENNE
Épaisseur de plus de 1/8 pouce (3 mm) : • EAU STAGNANTE • NEIGE FONDANTE	2	La décélération au freinage OU la maitrise en direction se situe entre moyenne et faible	MOYENNE A FAIBLE
• GLACE	1	La décélération au freinage est sensiblement réduite compte tenu de l'effort de freinage exercé sur les roues ET la maitrise en direction est sensiblement réduite	FAIBLE
• GLACE MOUILLÉE • NEIGE FONDANTE SUR GLACE • EAU SUR NEIGE DURCIE • NEIGE SÈCHE OU NEIGE MOUILLÉE SUR GLACE	0	La décélération au freinage varie de minimale a inexistante compte tenu de l'effort de freinage exercé sur les roues OU la maitrise en direction est incertaine	MOINS QUE FAIBLE/NULLE

Figure 3 : 1 po de neige sèche (indiqué dans la RCAM à la partie « Plus de 1/8 po (3 mm) ») ayant un RWYCC préliminaire correspondant de 3. Un rapport fiable d'efficacité de freinage MAUVAISE ferait sans doute en sorte que l'exploitant de l'aéroport ou de l'aérodrome déclasserait le RWYCC à 1. Ce RWYCC sera publié dans le NOTAM RSC.

L'exploitant de l'aéroport ou de l'aérodrome doit rendre compte avec précision des conditions de surface des pistes; essentiellement, il doit simplement « rendre compte de ce qui se passe ». La détermination de la façon dont cette information doit être utilisée revient au personnel des opérations aériennes. Ici encore, les RWYCC et la RCAM jouent un rôle important.

La RCAM peut être utilisée par les équipages de conduite pour évaluer la performance d'atterrissage à l'arrivée au moyen de données qui représentent de façon plus exacte la réelle efficacité de freinage de l'avion. Par exemple, prenons une situation où un NOTAM RSC inclut des RWYCC de 4/4/3. Dans une telle situation, plusieurs exploitants demanderont aux équipages de conduite de fonder leur évaluation de la performance d'atterrissage sur le RWYCC le plus conservateur (dans ce cas-ci, 3 — ce qui correspond à une efficacité de freinage MOYENNE). Si l'aéronef reçoit par la suite un rapport fiable d'une efficacité de freinage MAUVAISE, l'équipage de conduite peut fonder son évaluation de la performance d'atterrissage sur ce rapport.

> ***Nota*** : Les exemples ci-dessus mettent en lumière une distinction importante : les RWYCC — qui sont déterminés par l'exploitant de l'aéroport ou de l'aérodrome — utilisent des chiffres (de 0 à 6) pour décrire le degré de glissance de la piste, tandis que les rapports des pilotes sur l'efficacité de freinage contiennent des termes comme BONNE, MOYENNE, MAUVAISE et NULLE.

Les équipages de conduite peuvent aussi utiliser la RCAM pour atténuer les risques associés aux atterrissages sur des pistes mouillées ou contaminées d'eau stagnante. Le document d'orientation CI 700-057, à l'annexe C, prévient qu'en raison des difficultés relatives à la notification de la présence d'eau sur une piste — en particulier lors d'un événement dynamique comme un orage — ces conditions ne sont peut-être pas toujours signalées, ou il peut être impossible de les signaler rapidement. Par exemple, prenons une situation où un NOTAM RSC signale des conditions de piste mouillée avec des RWYCC correspondants de 5/5/5. La CI 700-057 recommande ceci : compte tenu du risque d'eau stagnante, les pilotes, avant d'amorcer leur approche, doivent s'assurer que l'aéronef peut s'arrêter sur la distance d'atterrissage disponible en utilisant un RWYCC de 2 (ce qui correspond à un freinage MOYEN À MAUVAIS), et ce, chaque fois qu'il y a une probabilité :

- de précipitations modérées ou fortes sur une piste lisse; ou
- de pluie forte sur une piste rainurée ou revêtue d'une couche à frottement poreuse

Critères d'évaluation		**Critères de maitrise en direction et d'efficacité de freinage**	
Description de la surface de la piste	**RWYCC**	**Observation de la décélération du véhicule ou de la maitrise en direction**	**Efficacité de freinage selon le pilote**
• SÈCHE	6	-	-
• GIVRE • MOUILLÉE (la surface de piste est couverte de toute humidité visible ou d'eau d'une épaisseur inférieure ou égale à 1/8 pouces [3 mm]) **Epaisseur inférieure ou égale a 1/8 pouces [3 mm]:** • NEIGE FONDANTE • NEIGE SÈCHE • NEIGE MOUILLÉE	5	La décélération au freinage est normale compte tenu de l'effort de freinage exercé sur les roues ET la maitrise en direction est sensiblement réduite	BONNE
Température de l'air extérieure de -15°C : • NEIGE DURCIE		La décélération au freinage OU la maitrise en direction se situe entre bonne et moyenne	BONNE A MOYENNE
• GLISSANTE LORSQUE MOUILLÉE (piste mouillée) • NEIGE SÈCHE OU NEIGE MOUILLÉE (toute épaisseur) SUR NEIGE DURCIE **Épaisseur supérieure à 1/8 pouce (3 mm) :** • NEIGE SÈCHE • NEIGE MOUILLÉE **Température de l'air extérieure supérieure à -15°C :** NEIGE DURCIE		La décélération au freinage est sensiblement réduite compte tenu de l'effort de freinage exercé sur les roues ET la maitrise en direction est sensiblement réduite	MOYENNE
Épaisseur de plus de 1/8 pouce (3 mm) : • EAU STAGNANTE • NEIGE FONDANTE	2	La décélération au freinage OU la maitrise en direction se situe entre moyenne et faible	MOYENNE A FAIBLE
• GLACE	1	La décélération au freinage est sensiblement réduite compte tenu de l'effort de freinage exercé sur les roues OU la maitrise en direction est sensiblement réduite	FAIBLE
• GLACE MOUILLÉE • NEIGE FONDANTE SUR GLACE • EAU SUR NEIGE DURCIE • NEIGE SÈCHE OU NEIGE MOUILLÉE SUR GLACE	0	La décélération au freinage varie de minimale a inexistante compte tenu de l'effort de freinage exercé sur les roues OU la maitrise en direction est incertaine	MOINS QUE FAIBLE/NULLE

Figure 4 : Lors d'un événement de précipitations, un NOTAM RSC peut faire état de conditions de piste mouillée avec des RWYCC correspondants de 5/5/5. Avant d'amorcer leur approche, les pilotes doivent s'assurer que l'aéronef peut s'arrêter sur la distance d'atterrissage disponible en utilisant un RWYCC de 2 (ce qui correspond à un freinage MOYEN À MAUVAIS), et ce, chaque fois qu'il y a une probabilité : de précipitations modérées ou fortes sur une piste lisse; ou de pluie forte sur une piste rainurée ou revêtue d'une couche à frottement poreuse

Conclusion

Les RWYCC ont été conçus pour améliorer, de façon simple et efficace, la connaissance de la situation des pilotes en indiquant clairement et succinctement à quel point les diverses sections d'une piste sont glissantes. De plus, ils représentent une avancée considérable en matière de sécurité, puisqu'ils s'harmonisent avec les données de performance des avions (renseignements) pouvant servir à l'évaluation de la performance d'atterrissage à l'arrivée. Les experts de l'industrie ont consacré de nombreuses heures de réflexion et de recherches à l'élaboration des RWYCC et de la RCAM; l'objectif de ces outils puissants est de contribuer à atténuer les risques associés aux atterrissages sur des pistes mouillées et contaminées.

Renseignements et orientations supplémentaires

Le personnel des opérations aériennes et les exploitants d'aéroports et d'aérodromes peuvent consulter ces documents d'orientation sur les RWYCC :

- Circulaire d'information (CI) 700-057 — *Format mondial de notification (GRF) du compte rendu de l'état de la surface de la piste : document d'orientation pour les opérations aériennes*

  Nota : Le contenu principal de la CI 700-057 fournit des renseignements généraux ainsi que les informations essentielles requises pour lire et comprendre le nouveau format mondial de notification (GRF) du compte rendu de l'état des surfaces de pistes. Des renseignements portant spécifiquement sur les RWYCC sont présentés dans les sections suivantes :

  - Annexe A – Déclarations par tiers de piste
  - Annexe B – Codes d'état de piste
  - Annexe C – Risques associés aux pistes mouillées et à l'eau stagnante
  - Annexe D – Pistes à faible frottement « glissantes lorsque mouillées »
  - Annexe E – Évaluation des performances d'atterrissage à l'arrivée

- CI 300-019—*Format mondial de notification (GRF) du compte rendu de l'état de la surface de la piste*△

Le saviez-vous?

Il existe une page Web énumérant les séminaires sur la sécurité aérienne et les programmes de formation périodique approuvés par Transports Canada. Consultez-la fréquemment, elle est souvent mise à jour!

Participer à l'une de ces présentations est une bonne façon de mettre à jour vos connaissances en matière de pilotage. Il n'y a aucune limite quant au nombre de présentations auxquelles vous pouvez participer. De plus, la participation à l'une de ces présentations satisfait aux exigences de la formation périodique, laquelle doit être suivie tous les deux ans conformément au paragraphe 421.05(2) du *Règlement de l'aviation canadien*.

Si vous organisez un prochain programme de formation périodique approuvé par Transports Canada, veuillez-nous envoyer un message à : TC.GeneralAviation-AviationGenerale.TC@tc.gc.ca. Nous voulons vous aider à faire de votre programme un succès en l'annonçant sur notre page Web! △

LE COIN DE L'INSTRUCTEUR

Toujours s'attendre à l'inattendu

par Stuart Doyle MSc., inspecteur de la sécurité de l'Aviation civile, Normes de l'aviation commerciale (AARTF), Travail aérien, Taxi aérien, Navette

En tant que pilote en chef d'un escadron d'hélicoptères militaires, je formais un pilote expérimenté pour un déploiement opérationnel dans un hélicoptère monomoteur, et une partie de cette formation nécessitait une autorotation de 3 000 pi AGL à une vitesse sol de zéro. La météo était bonne, avec des vents de 10 nœuds dans un ciel sans nuages. Après un exposé verbal au sol et un rappel dans les airs, nous nous sommes installés au-dessus d'un terrain choisi parce qu'il était idéal, j'ai ramené la manette des gaz à la position d'arrêt et le pilote a commencé sans

Crédit : iStock

problème l'autorotation : jusqu'à maintenant, rien à signaler. Le pilote a ensuite associé le son du rétablissement du régime rotor (RRPM) au niveau normal à la condition de survitesse du rotor, ce qui l'a fait réagir avec une application généreuse du levier collectif. Alors que le RRPM était réduit en-deçà de la limite minimale, j'ai pris les commandes, mais j'ai juste réussi à remettre le RRPM à un chiffre plus facile à gérer avant d'atterrir sans blessures ou dommages à l'aéronef. Je devrais souligner qu'il s'agissait du type d'hélicoptère qui, une fois que la commande des gaz était en position ralentie, vous étiez obligé d'atterrir.

Qu'est-ce que j'ai appris?

- Il est beaucoup plus probable que les pilotes expérimentés feront des choses inattendues que les pilotes sans expérience.
- Ayez toujours une échappatoire.
- Ne mettez jamais un élève/candidat/stagiaire dans une position à laquelle vous ne pouvez pas vous soustraire. △

Exploitation des aéronefs en cas de givrage au sol

par la Division des programmes techniques, de l'évaluation et de la coordination (PTEC)

En complément à la recommandation A18-02 du Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST), voici quelques rappels concernant l'exploitation des aéronefs dans des conditions de givrage au sol.

Crédit : iStock

Ces renseignements sont destinés à tous les pilotes qui volent dans notre climat difficile. Transports Canada souhaite maintenir un niveau élevé de sensibilisation au sein du milieu de l'aviation civile sur les dangers associés au vol avec de la glace ou de la neige (contamination) adhérant aux surfaces critiques d'un aéronef, et au vol dans des conditions de givrage.

Le temps froid est à nos portes et la saison du dégivrage et de l'antigivrage aussi. Des incidents et des recherches antérieurs ont montré que même de petites quantités de contamination sur les surfaces critiques d'un aéronef peuvent avoir un effet très important sur les performances et les qualités de vol d'un aéronef. Une contamination telle que du givre d'une épaisseur aussi mince que 0,40 mm (1/64 po) peut perturber l'écoulement de l'air sur les surfaces portantes et les gouvernes d'un aéronef, ce qui peut entraîner une augmentation de la traînée, une perte de la portance et une maniabilité réduite. Cela est particulièrement vrai pendant les phases de décollage et de montée initiale du vol.

La glace peut également augmenter considérablement la masse de l'aéronef, nuire au mouvement des gouvernes et empêcher le fonctionnement de capteurs critiques de l'aéronef.

N'oubliez pas : aucune quantité de contamination n'est insignifiante; il est impératif que le décollage ne soit pas tenté dans un aéronef à moins qu'il n'ait été déterminé que toutes les surfaces critiques de l'aéronef sont exemptes de contamination. Cette exigence peut être satisfaite si le commandant de bord vérifie ou obtient une vérification d'un personnel correctement formé et qualifié que l'aéronef est prêt pour le vol.

Les aéronefs exploités à partir d'aérodromes petits ou éloignés peuvent faire l'objet de dégivrage ou d'antigivrage par le personnel de soutien au sol le ou parfois par le pilote à l'aide d'un liquide de dégivrage ou d'antigivrage appliqué au moyen d'un pulvérisateur à pression. Les exploitants d'aéronefs peuvent devoir assurer le transport de l'équipement de dégivrage et d'antigivrage qui convient à bord de l'aéronef ou d'entreposer l'équipement aux aérodromes.

Les durées d'efficacité pour les liquides de dégivrage et d'antigivrage de qualité SAE sont accessibles dans les lignes directrices sur les durées d'efficacité de Transports Canada à la page Web Lignes directrices sur les durées d'efficacité (holdover time – HOT) pour le dégivrage et l'antigivrage des aéronefs, ou dans une copie des *Lignes directrices pour les durées d'efficacité (holdover time – HOT) de l'hiver 2021-2022* que vous pouvez demander en envoyant un courriel à DLOTTAEWeb@tc.gc.ca.

Une couverture adéquate de liquide d'antigivrage est absolument essentielle pour garantir que la durée d'efficacité (HOT) prévue puisse être atteinte. Il est impératif que le personnel appliquant le liquide soit correctement formé sur l'utilisation uniforme des techniques d'application de liquide.

Pour obtenir des durées d'efficacité fiables, seuls les liquides entreposés, distribués et appliqués conformément aux instructions du fabricant peuvent être utilisés. Ces liquides ont subi des essais en laboratoire et font l'objet d'une qualification qui confirme leur acceptabilité sur le plan aérodynamique.

Les pilotes doivent se familiariser avec les dispositions pertinentes du *Règlement de l'aviation canadien* (RAC) et de la norme 622 des normes relatives aux *Règles générales d'utilisation et de vol des aéronefs – Opérations dans des conditions de givrage au sol*, ainsi qu'avec les procédures recommandées par le constructeur de l'aéronef dans le manuel d'utilisation du pilote (POH), le manuel de vol de l'aéronef (AFM), le manuel de maintenance et, le cas échéant, le manuel d'entretien de l'aéronef. De plus, ils doivent se conformer à toutes les dispositions du manuel d'exploitation de la compagnie (MEC). Les procédures de dégivrage et d'antigivrage au sol varient beaucoup principalement en fonction du type d'aéronef, du type d'accumulation de contamination sur l'aéronef et du type d'agent cryoscopique ou de liquide de dégivrage ou d'antigivrage.

La publication TP 14052 – Lignes directrices pour les aéronefs – lors de givrage au sol contient des renseignements pour les aéronefs dans des conditions de givrage au sol, y compris des détails sur les méthodes d'application, les types de liquides, etc. △

Consignation des réparations et des modifications majeures

par Ryan Hennigar, Gestionnaire de programme normes de rendement matière de maintenance, Navigabilité opérationnelle, Direction des normes, Aviation civile, Transports Canada

Toute personne réalisant une réparation ou une modification majeure doit la signaler. Toute réparation ou modification majeure apportée à un aéronef immatriculé au Canada possédant un certificat de type doit être signalée à Transports Canada, Aviation civile (TCAC). Pour clarifier l'exigence de consignation de l'article 571.12 du RAC, nous répondrons aux questions suivantes :

Crédit : iStock

- Quand signaler?
- Comment signaler?
- Que signaler?
- Qui doit signaler?
- Comment signaler une réparation ou une modification majeure apportée à un produit aéronautique étranger?

Quand signaler?

Les définitions de « réparation majeure » et de « modification majeure » de l'article 101.01 du RAC s'appliquent à l'ensemble des produits aéronautiques pour lesquels un certificat de type a été délivré (aéronef, moteur ou hélice). Lorsqu'une réparation ou une modification qualifiée de majeure en vertu de ces définitions sont apportées à un aéronef, un moteur ou une hélice, ou à une pièce qui sera installée sur l'aéronef, les détails de la réparation ou de la modification majeure doivent être signalés.

Comment signaler?

L'exigence de consignation de l'article 571.12 du RAC fait référence à la norme 571.12 sur les procédures de rapports. Il n'y a plus de formulaire officiel de TCAC à utiliser. La façon de signaler les réparations et les modifications majeures est maintenant plus souple, mais certains détails doivent être fournis et une mise en page doit être respectée, y compris des blocs et des titres numérotés. Ces exigences de mise en page sont décrites dans l'appendice L de la norme 571.

Que signaler?

Les renseignements compris dans le rapport doivent être exacts et décrire en détail les travaux qui ont été réalisés. Les renseignements sur le produit aéronautique (p. ex., aéronef, immatriculation et propriétaire) et les détails sur

les travaux réalisés doivent être signalés. La description des travaux réalisés doit être claire, concise et lisible, et décrire avec exactitude ce qui a été fait au produit aéronautique; elle doit comprendre l'emplacement de la réparation ou de la modification, les données utilisées, ses détails et ses références (p. ex., numéro du CTS ou instructions d'installation du fabricant). Pour citer des références comme l'AC 43.13 de la FAA, il faut indiquer un chapitre, une section et un paragraphe précis.

Qui doit signaler?

L'article 571.12 du RAC indique que la personne qui réalise la réparation ou la modification majeure doit la signaler. Il peut s'agir du titulaire d'une licence de TEA officiellement reconnue ou d'un représentant d'un organisme de maintenance agréé (OMA). Une copie du rapport doit être soumise à TCAC dans les 30 jours suivant la remise en service de l'aéronef.

Comment signaler pour un produit aéronautique étranger?

TCAC a conclu de nombreux accords et des ententes concernant la maintenance avec des autorités de l'aviation civile (AAC) à travers le monde. Ces accords et ces ententes décrivent les données sur les modifications, les données sur les réparations et les exigences en matière de consignation que les OMA doivent respecter lorsqu'ils effectuent des travaux sur des produits aéronautiques étrangers. Selon l'accord ou l'entente, certains détails peuvent se trouver dans le supplément au manuel de politiques de maintenance des OMA. Des ententes et des accords étrangers exigent l'utilisation de procédures et de formulaires spécifiés par l'AAC étrangère. Les OMA doivent connaître les modalités des accords et des ententes qu'ils doivent respecter. △

Vous recommencerez bientôt à voyager en famille?

par la Division des programmes techniques, de l'évaluation et de la coordination (PTEC)

Bien que les enfants de moins de 2 ans puissent être assis dans vos bras pendant le vol, **Transports Canada recommande fortement l'utilisation d'un dispositif de retenue d'enfant approuvé (siège d'auto)** pour toutes les phases du vol. Tout siège d'auto utilisé dans un avion doit porter une étiquette attestant qu'il satisfait aux normes de conception applicables et indiquant la date de fabrication.

Crédit : iStock

Points importants :

- La planification est essentielle;
- Dispositifs de retenue d'enfant;
- Un passager pour chaque enfant de moins de 2 ans.

Tant pour la sécurité de l'adulte que pour celle de l'enfant, le *Règlement de l'aviation canadien* interdit à tout passager d'avoir la responsabilité de plus d'un enfant (de moins de 2 ans). Si vous avez deux enfants de moins de 2 ans, un autre passager doit accompagner l'un des enfants, même si vous réservez des sièges pour eux.

Le siège d'auto fournit la meilleure protection à un bébé ou à un enfant et minimise les effets en cas de turbulence imprévue. L'utilisation d'un siège d'auto familier permettra aussi à l'enfant d'être plus à l'aise et vous sera utile à votre arrivée à destination. Consultez toujours votre transporteur aérien afin de savoir s'il a des politiques précises à ce sujet, respectez les directives d'installation du fabricant et serrez la ceinture de sécurité de l'avion au bon endroit sur le siège d'auto. Les dispositifs de retenue d'enfant approuvés pour les avions ainsi qu'une liste de dispositifs qui ne sont pas approuvés se trouvent sur le site Web ci-dessous.

Pour obtenir davantage de renseignements, y compris certaines astuces sur la préparation des bagages et le pré-embarquement pour que votre vol soit sans heurts et agréable, consultez le site Web. △

RAPPORTS DU BST PUBLIÉS RÉCEMMENT

NDLR : Les résumés suivants sont extraits de rapports finaux publiés par le Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST). Ils ont été rendus anonymes. À moins d'avis contraire, les photos et illustrations proviennent du BST. Pour nos lecteurs qui voudraient lire le rapport complet, les titres d'accidents ci-dessous sont des hyperliens qui mènent directement au rapport final sur le site Web du BST.

Rapport final du BST A19Q0153 — Perte de maitrise et collision avec le relief de nuit

Déroulement du vol

Dans la soirée du 4 septembre 2019, la pilote dans l'événement à l'étude s'est présentée à l'aéroport international de Montréal (Mirabel) (CYMX), au Québec, en compagnie d'une autre pilote pour se préparer à effectuer un vol de nuit selon les règles de vol à vue (VFR). Après avoir examiné les renseignements météorologiques, elles se sont préparées pour un vol à destination de l'aéroport de Sherbrooke (CYSC), au Québec, afin d'y effectuer un posé-décollé, puis de revenir à CYMX. Les 2 pilotes allaient effectuer le même vol, mais dans des aéronefs distincts.

Vers 20 h, les pilotes ont révisé le plan de vol et les conditions météorologiques en compagnie d'un instructeur de vol et, après avoir consulté le chef instructeur de vol, le vol a été autorisé.

À 21 h 01, l'autre pilote a quitté CYMX à bord d'un aéronef Cessna 172M. La pilote dans l'événement à l'étude a décollé de CYMX à 21 h 03 à bord d'un autre Cessna 172M.

À 21 h 06 min 10 s, une fois l'aéronef à l'étude en vol et hors de la zone d'utilisation de fréquence obligatoire (MF) de CYMX, la pilote dans l'événement à l'étude a communiqué avec le contrôleur du centre de contrôle régional (ACC) de Montréal et a fait une demande de route directe vers CYSC. Le contrôleur a fourni des vecteurs pour s'assurer que l'aéronef puisse éviter les aéronefs arrivant à l'aéroport international Pierre Elliott Trudeau de Montréal et a donné l'instruction à la pilote dans l'événement à l'étude de monter à une altitude de 2 500 pi au-dessus du niveau de la mer (ASL). Quelques minutes plus tard, le contrôleur lui a donné l'instruction de monter à 3 000 pi ASL.

Vers 21 h 15, le contrôleur a donné à l'aéronef l'instruction de se rendre directement à CYSC.

À 21 h 19 min 13 s, le contrôleur a donné l'instruction à la pilote dans l'événement à l'étude de monter à 3 500 pi ASL et lui a fourni la position de l'autre aéronef, qui se trouvait toujours à environ 1 NM devant l'aéronef à l'étude et qui montait aussi à 3 500 pi ASL.

Vers 21 h 24, les deux pilotes ont été informées qu'elles quittaient l'espace aérien contrôlé et ont reçu l'instruction de passer à la fréquence en route.

L'aéronef à l'étude se déplaçait un peu plus rapidement que l'autre aéronef et, vers 21 h 32, l'aéronef à l'étude a dépassé l'autre aéronef. Les deux aéronefs ont poursuivi le vol en direction de CYSC, l'aéronef à l'étude devant l'autre aéronef.

Vers 21 h 42, l'aéronef à l'étude est entré dans des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC), et est descendu à une altitude de 3 000 pi ASL afin de revenir à des conditions météorologiques de vol à vue (VMC). L'autre aéronef est entré dans les mêmes conditions et a aussi effectué une descente. Les deux aéronefs se trouvaient à environ 32 NM au nord-ouest de CYSC à ce moment-là et ont poursuivi le vol en direction de CYSC en palier à 3 000 pi ASL.

Peu de temps après être descendu à 3 000 pi ASL, l'aéronef à l'étude est sorti du champ visuel de la pilote de l'autre aéronef, alors que l'aéronef à l'étude est entré pour une seconde fois dans des IMC. À 21 h 47, l'aéronef à l'étude a disparu des radars alors qu'il se trouvait à quelque 19 NM au nord-ouest de CYSC. L'autre aéronef est également entré dans des IMC une seconde fois, à la suite de quoi la pilote a décidé de retourner à CYMX.

L'épave de l'aéronef à l'étude a été retrouvée le 7 septembre 2019, soit trois jours plus tard, dans une zone très densément boisée près de Racine, au Québec (Figure 1), à une élévation de 887 pi ASL. L'aéronef avait heurté des arbres et été détruit par les forces d'impact. La pilote a subi des blessures mortelles lors de l'impact.

Figure 1. Vue aérienne de l'emplacement de l'épave (Source : Sûreté du Québec)

Renseignements sur le personnel

La pilote était titulaire d'une licence de pilote privé - avion délivrée en juillet 2019 et d'un certificat médical de catégorie 3 valide. Elle avait accumulé les heures nécessaires pour obtenir une annotation de qualification de vol de nuit le 27 août 2019.

Observations de surface

Le 4 septembre 2019 à 20 h, le centre d'un système de basse pression se trouvait près de la Gaspésie, à environ 60 NM au nord-est de l'aéroport de Mont-Joli (Qc). À partir de ce système, un front chaud s'étendait vers l'est jusque dans l'est du Québec et un front froid s'étendait vers le sud-est jusqu'à l'État du Maine, aux États-Unis. Une crête de haute pression, située à l'ouest, s'était déplacée vers l'est pour étendre son emprise sur le sud-ouest du Québec. À 21 h, avant le départ de CYMX de l'aéronef à l'étude, la zone située entre CYMX et CYSC restait sous une couche nuageuse de stratocumulus derrière le front froid. Malgré la diminution de la vitesse des vents et même si le ciel commençait à être dégagé à CYMX, le ciel demeurait couvert près de CYSC, avec des rafales de vent venant de l'ouest.

À peu près au moment de l'événement, et à proximité du lieu de l'événement, les images radar de précipitations de pluie montraient un nuage de convection embriqué dans les stratocumulus, ainsi que de possibles légères averses. Les images montraient également la présence d'un étroit cumulus bourgeonnant embriqué dans la couche de stratocumulus (Figure 2).

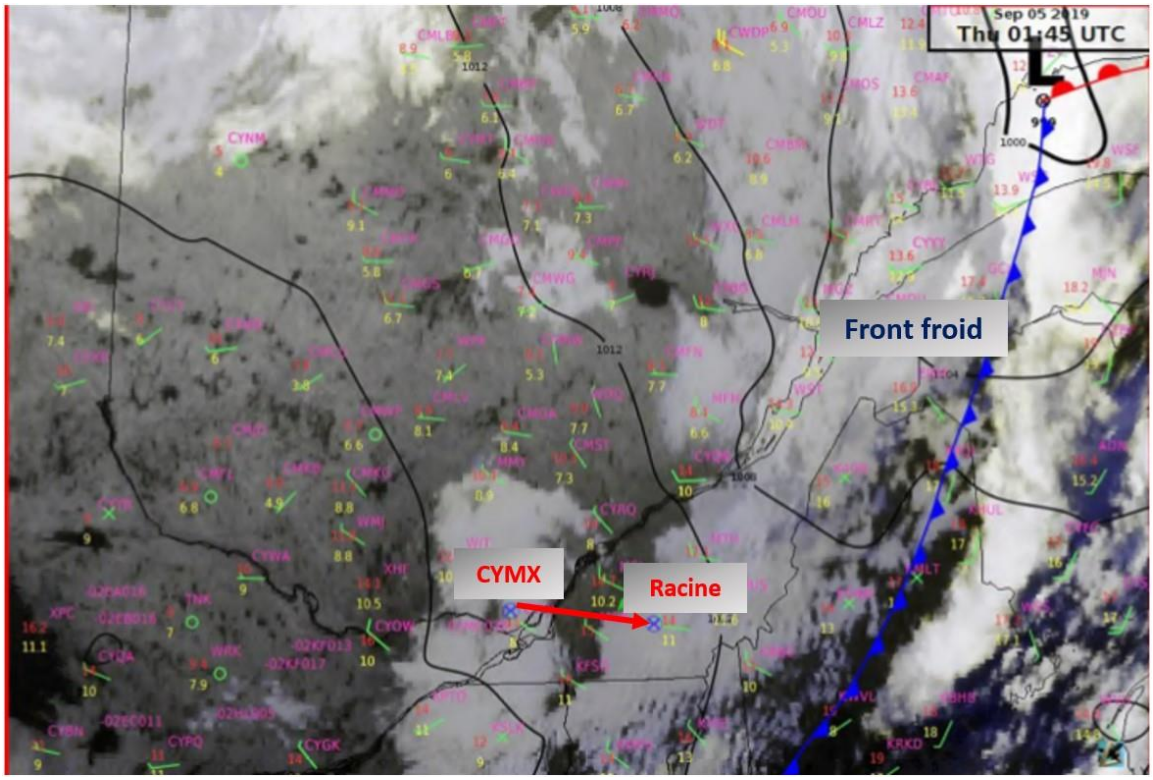


Figure 2. Imagerie satellite multispectrale valide le 4 septembre 2019 à 21 h 45 représentant un front froid (Source : Environnement et Changement climatique Canada, avec annotations du BST)

Prévisions de zone graphique

Les cartes de prévision de zone graphique (GFA) indiquent les conditions météorologiques générales à venir pour une zone géographique donnée. Le jour de l'événement à l'étude, une carte Nuages et temps publiée à 13 h 31 et valide à 20 h montrait un système à basse pression situé près de Baie-Comeau, dans l'est du Québec, avec un front froid s'étendant vers le sud jusqu'aux États-Unis, qui se déplaçait vers l'est à 20 nœuds. On prévoyait que le front froid se trouverait à l'ouest de CYSC à 20 h (annexe A).

Les prévisions faisaient état des conditions suivantes à proximité du front froid :

- plafonds de nuages fragmentés à 3 000 pi ASL et des sommets à 24 000 pi ASL;
- visibilité variable de 4 milles terrestres (SM) à plus de 6 SM;
- légère pluie et brume;
- altocumulus castellanus occasionnel avec des sommets à 22 000 pi, offrant une visibilité de 2 SM dans de légères averses de pluie;
- plafonds fragmentés de 300 à 600 pi au-dessus du sol (AGL);

- nuages cumulonimbus isolés avec des sommets à 36 000 pi ASL, offrant une visibilité de 1 SM dans des orages violents et de la brume;
- vents soufflant en rafale pouvant atteindre 35 nœuds.

Derrière le front froid, les prévisions étaient les suivantes :

- plafonds de nuages fragmentés à 3 000 pi ASL et des sommets à 6 000 pi ASL;
- visibilité de plus de 6 SM;
- altocumulus castellanus isolés avec des sommets à 20 000 pi ASL et une visibilité de plus de 6 SM dans de légères averses de pluie et de la brume;
- au-dessus des sections est et sud, des plafonds locaux à 1 500 pi AGL.

À 19 h 11, une GFA révisée (annexe B) a été émise avec des conditions semblables à celles de la GFA émise à 13 h 31, avec les exceptions suivantes :

- on prévoyait que le front froid se trouverait à l'est de CYSC à 20 h;
- au-dessus des sections est et sud, cumulus bourgeonnant isolé avec des sommets à 8 000 pi ASL, visibilité de 5 SM dans de légères averses de pluie et de la brume, et plafonds de nuages fragmentés de 800 à 1 500 pi AGL.

Messages d'observation météorologique régulière d'aérodrome et prévisions d'aérodrome pour l'aéroport de Sherbrooke

Les messages d'observation météorologique régulière d'aérodrome (METAR) pour CYSC sont recueillis par un système automatisé d'observations météorologiques (AWOS). Les METAR et les messages d'observation météorologique spéciale d'aérodrome (SPECI) qui sont fondés sur les données recueillies à partir d'un système automatique contiennent le qualificatif AUTO.

Le METAR AUTO pour CYSC, publié à 20 h le 4 septembre 2019, indiquait ce qui suit :

- vents soufflant du 280 °V à 17 nœuds avec rafales atteignant 29 nœuds;
- visibilité supérieure à 9 SM;
- quelques nuages à 2 800 pi AGL, un plafond de nuages fragmentés à 3 900 pi AGL et un couvert nuageux à 4 800 pi;
- température de 17 °C et point de rosée de 12 °C;
- calage altimétrique de 29,85 po de mercure.

À 20 h 58, quelques minutes avant le départ de l'aéronef de CYMX, un SPECI a été émis. Il indiquait ce qui suit :

- vents soufflant du 280 °V à 11 nœuds avec rafales atteignant de 22 nœuds;
- visibilité supérieure à 9 SM;
- plafond de nuages fragmentés à 2 100 pi AGL, avec couches supplémentaires de nuages fragmentés à 3 200 pi AGL et à 4 900 pi AGL;

- température de 15 °C et point de rosée de 12 °C;
- calage altimétrique de 29,92 po de mercure.

Entre 21 h et 22 h, alors que l'aéronef à l'étude était en vol, l'AWOS a diffusé 4 SPECI, à 21 h 01, 21 h 12, 21 h 15 et 21 h 38, indiquant des changements dans la couverture nuageuse. Les séquences météorologiques sont indiquées au tableau 4.

Les prévisions d'aérodrome (TAF) fournissent une description des conditions météorologiques les plus probables dans un rayon de 5 NM autour d'un aérodrome. Elles sont modifiées si elles ne correspondent plus aux conditions en cours ou prévues (autrement dit, s'il y a amélioration ou détérioration des conditions).

La TAF émis pour CYSC à 19 h 43 le 4 septembre 2019, qui était valide de 20 h à 23 h, prévoyait les conditions suivantes :

- vents soufflant du 270 °V à 15 nœuds avec des rafales à 25 nœuds;
- visibilité de plus de 6 SM;
- plafond de nuages fragmentés à 4 000 pi AGL;
- couche nuageuse fragmentée à 7 000 pi AGL;
- un changement graduel des vents était prévu entre 20 h et 22 h, lorsqu'il était prévu que les vents du 280 °V diminuent à 10 nœuds.

Site de l'accident

Le site de l'accident se trouvait dans une zone très densément boisée près de Racine (Qc). Les ailes de l'aéronef ont d'abord frappé deux grands conifères. Les dommages sur les arbres indiquent que l'aéronef se déplaçait à grande vitesse, dans une assiette latérale en piqué, avant de percuter les arbres (Figure 3).

Figure 3. Vue vers la trajectoire de vol des dommages causés aux arbres par l'aéronef à l'étude (Source : Sûreté du Québec, avec annotations du BST)

Après le premier impact, l'aéronef a percuté un feuillu de plein fouet. Le fuselage a enveloppé le tronc de l'arbre avant que l'aéronef percute le sol et s'immobilise à l'envers, derrière l'arbre. Toutes les gouvernes ont été retrouvées, éparpillées dans un périmètre restreint à partir du point d'impact, ce qui indique que l'aéronef s'est désintégré à l'impact et non en vol. Il n'y avait aucun signe de panne d'équipement ou de défaillance de composants avant l'impact.

Les dommages à l'hélice ainsi que le nombre et la proximité des marques d'hélice sur le tronc d'arbre étaient caractéristiques d'un moteur en marche au moment de l'impact. La manette des gaz a été découverte à la position de puissance maximale.

Analyse des instruments

Les instruments récupérés de l'épave ont été envoyés au Laboratoire d'ingénierie du BST à Ottawa (Ont.), aux fins d'analyse. Les dommages observés sur les instruments étaient révélateurs de forces de décélération élevées au moment de l'impact.

Tachymètre moteur

Le tachymètre moteur a été retrouvé avec l'aiguille manquante. Le laboratoire du BST a procédé à un examen microscopique du cadran du tachymètre, et on a observé une marque laissée par l'aiguille sur le cadran, allant de l'axe de l'aiguille jusqu'au bord gradué du cadran, indiquant 2 850 tr/min, soit 150 tr/min au-delà de la limite indiquée par une ligne rouge.

Anémomètre

L'anémomètre a été trouvé toujours fixé au tableau de bord. Même si l'aiguille était manquante, l'examen a révélé une paire de lignes parallèles, à peine visibles, qui ont peut-être été causées par le contact entre l'aiguille et le cadran. Ces lignes se trouvaient à la hauteur approximative de la butée à 200 mi/h sur l'anémomètre (vitesse indiquée en nœuds [KIAS] de 174), ce qui indique que l'aéronef avait probablement dépassé la vitesse à ne pas dépasser (VNE) de 184 mi/h (160 KIAS).

Indicateur de vitesse verticale

L'indicateur de vitesse verticale a été lourdement endommagé; cependant, un examen microscopique a révélé une séquence de marques d'impact, à peine visibles, disposées de façon radiale à partir du centre du cadran, qui indiquaient un taux de descente approximatif de 1 900 pi/min, approchant la vitesse maximale indiquée de descente de 2 000 pi/min.

Gyroscope directionnel

L'examen du gyroscope directionnel a permis de déterminer que l'instrument avait un cap enregistré d'environ 280° au moment de l'impact, ce qui représente un changement de direction de 165° par rapport au dernier cap radar de l'aéronef à l'étude, soit 115°.

Vol de nuit

Exigences réglementaires relatives au vol de nuit

Selon le *Règlement de l'aviation canadien* (RAC), pendant un vol VFR dans un espace aérien contrôlé ou non, les pilotes doivent utiliser leur aéronef à l'aide de repères visuels avec la surface, de jour comme de nuit. Le RAC définit une surface comme étant « toute surface au sol ou sur l'eau, y compris une surface gelée ».

En plus des exigences de repères visuels à la surface pour pouvoir effectuer un vol VFR de nuit dans un espace aérien non contrôlé, les conditions suivantes doivent être réunies :

- la visibilité en vol est d'au moins 3 milles;
- si le vol est effectué à 1 000 pi AGL ou plus, la distance de l'aéronef par rapport aux nuages est d'au moins 500 pi sur le plan vertical et d'au moins 2 000 pi sur le plan horizontal;
- si le vol est effectué à moins de 1 000 pi AGL, l'aéronef doit éviter les nuages.

Prise de décisions du pilote

La prise de décisions du pilote est un processus cognitif consistant à recueillir de l'information, à l'évaluer, puis à choisir une option parmi plusieurs. Une fois que le plan d'action est mis en marche, le processus décisionnel recommence afin de valider si la décision prise est la meilleure option possible. La prise de décisions est donc un processus dynamique. En anticipant et en réglant les problèmes possibles qui pourraient survenir pendant le vol, les décisions prises durant la planification pré-vol évitent d'avoir à prendre des décisions potentiellement plus difficiles en vol. C'est particulièrement important pour les vols VFR de nuit, lorsqu'on considère le risque de se retrouver dans des conditions météorologiques défavorables.

Durant la formation des pilotes, les instructeurs jouent un rôle essentiel dans l'apprentissage de la prise de décisions. Les pilotes ayant peu d'expérience ne sont pas toujours en mesure de reconnaître clairement les dangers

potentiels et les options à leur disposition. Ils s'en remettent souvent au jugement et à l'expérience de leur instructeur pour les guider et leur enseigner à évaluer les différentes situations et les dangers connexes. Il est donc important que l'instructeur mette l'accent sur la façon de reconnaître les dangers avant qu'ils ne surviennent et montre au stagiaire comment évaluer les risques connexes et déterminer les limites acceptables.

Les vols de navigation exigent d'un pilote la mise en pratique de plusieurs sujets théoriques étudiés pendant la formation, tels que la planification de vol, la météorologie, les facteurs humains, la réglementation et la gestion de plusieurs tâches simultanément.

La prise de décisions des pilotes est différente selon le temps dont ils disposent pour agir :

- avant le vol, la prise de décisions est dite « sans souci du temps »;
- durant le vol, la prise de décisions est dite « quand le temps presse », car une décision et une réaction rapides sont nécessaires, souvent en fonction d'une expérience antérieure similaire ou simulée pendant l'entraînement.

Une fois que l'aéronef est en vol, l'instructeur ne peut pas corriger les décisions prises par un pilote dites « quand le temps presse ». De plus, les pilotes peu expérimentés « sont moins à même de reconnaître et d'interpréter correctement une situation et sont plus souvent forcés à adopter un comportement fondé sur la connaissance » plutôt que sur l'expérience. Leurs connaissances étant généralement plus limitées, « ils sont plus susceptibles de commettre des erreurs à cause de ce manque de connaissances ».

Dans l'événement à l'étude, la pilote avait peu d'expérience de vols de nuit et de vols aux instruments, et peu de connaissances des risques associés aux vols de nuit.

Plusieurs biais cognitifs peuvent aussi influencer la prise de décisions par le pilote. On décrit la tendance à s'en tenir au plan comme [traduction] « une tendance cognitive inconsciente consistant à poursuivre les activités prévues malgré des changements de conditions » ou [traduction] « une tendance profondément enracinée à poursuivre un plan d'action initial même quand un changement justifie l'adoption d'un nouveau plan ». Une fois qu'un plan a été établi et mis en œuvre, il devient plus difficile de reconnaître des stimuli ou des conditions dans l'environnement nécessitant que le plan soit modifié. Souvent, à mesure que la charge de travail augmente, ces stimuli et conditions sont évidents pour des personnes extérieures à la situation. Toutefois, un pilote appliquant un plan peut avoir beaucoup de difficulté à reconnaître l'importance des indices et le besoin de modifier le plan. La tendance à s'en tenir au plan peut être un facteur de poursuite du vol dans des conditions météorologiques défavorables.

Conditions météorologiques défavorables la nuit

La nuit, il est plus difficile de détecter visuellement et d'éviter les nuages, le relief et les obstacles. Contrairement au vol VFR de jour, les phénomènes météorologiques sont difficilement observables la nuit en raison de la faible luminosité. Il est possible qu'un pilote qui décolle dans des conditions météorologiques qui permettent d'effectuer légalement un vol VFR de nuit ne puisse pas observer une détérioration des conditions météorologiques et prendre les mesures nécessaires avant de faire face involontairement à des IMC. Les conséquences d'un vol effectué à un moment où la visibilité est mauvaise peuvent être encore plus graves pendant un vol de nuit puisque la faible luminosité ne permet pas au pilote de voir et d'éviter assez tôt des phénomènes météorologiques qui s'aggravent.

Dans l'événement à l'étude, la pilote avait obtenu des renseignements météorologiques pour la route prévue au plan de vol sur Internet, qu'elle avait passés en revue avec un instructeur de vol. Les conditions météorologiques

prévues satisfaisaient aux exigences réglementaires pour un vol VFR de nuit; toutefois, l'examen a soulevé certaines préoccupations au sujet des vents dominants à CYSC. Au terme d'une discussion, la pilote et l'instructeur ont déterminé que les conditions météorologiques permettaient d'effectuer le vol proposé à destination de CYSC et ont convenu que la pilote ne tenterait pas d'atterrir si les vents étaient trop forts. L'instructeur de vol en chef a été consulté, puis le vol a été autorisé.

Un examen après l'événement des METAR et des TAF disponibles au moment de la planification du vol a permis de déterminer qu'on prévoyait des plafonds au-dessus de l'altitude de croisière prévue de 3 500 pi ASL. Bien que les METAR et les TAF décrivaient des conditions favorables, la GFA disponible prévoyait, dans la zone du plan de vol, des plafonds de nuages fragmentés à 3 000 pi ASL, en dessous de l'altitude de croisière prévue. Il n'a pas été possible de déterminer si une GFA avait été examinée au moment de la planification de vol.

Plus tard (après l'événement), cette prévision de la GFA a été jugée exacte, puisque le METAR émis peu avant que l'aéronef à l'étude quitte CYMX indiquait un plafond à 2 100 pi AGL, soit environ 2 900 pi ASL, à CYSC.

Désorientation spatiale

Le vol de nuit comporte un certain nombre de dangers. D'abord et avant tout, la performance visuelle est considérablement réduite dans des conditions d'éclairement nocturne. Même dans des conditions VFR de nuit idéales et avec une pleine lune, l'acuité visuelle du pilote est en toute probabilité de l'ordre de 20/200. Ainsi, une personne peut voir à 20 pi ce qu'elle verrait normalement à 200 pi dans des conditions lumineuses de jour.

Une performance visuelle ainsi réduite peut donner lieu à des illusions sensorielles convaincantes qui peuvent entraîner une désorientation spatiale, que l'on définit comme étant [traduction] « une impression trompeuse de sa propre position et du mouvement de l'aéronef par rapport à la surface de la Terre ». Autrement dit, il y a désorientation spatiale lorsque le cerveau interprète mal les repères de l'environnement; la personne a alors de la difficulté, par exemple, à résoudre mentalement pourquoi l'aéronef ne semble pas réagir comme le cerveau pense qu'il devrait le faire. Si cette dernière n'est pas rapidement détectée et contrôlée par le pilote, celui-ci perdra rapidement la maîtrise de l'aéronef.

La capacité d'un humain à discerner l'orientation de son corps (p. ex. : couché, debout, penché) s'effectue lorsqu'il est maintenu au sol. Le milieu en trois dimensions dans lequel se déroule un vol est étranger au corps humain; il en résulte des conflits entre ses sens et des illusions qui rendent difficile, voire impossible, le maintien de l'orientation spatiale.

Pour s'orienter dans l'espace, l'humain décode l'information reçue de trois systèmes sensoriels :

- le système visuel;
- le système vestibulaire (information provenant de l'oreille interne);
- le système proprioceptif (information provenant des muscles, des articulations et des os).

Le système visuel fournit 80 % de l'information servant à déterminer notre orientation spatiale. En cas de perte d'information visuelle, il ne reste que 20 % de l'information, qui est reçue des systèmes vestibulaire et proprioceptif. Ces deux derniers systèmes fournissent de l'information moins précise et plus susceptible d'être erronée, car ils sont prédisposés aux illusions et aux erreurs d'interprétation.

Étant donné que les repères visuels jouent un rôle important dans l'équilibre et l'orientation de l'être humain, la désorientation spatiale tend à se produire dans des conditions de visibilité réduite; les pilotes peuvent devenir rapidement désorientés dans l'espace lorsqu'ils perdent de vue la surface. À cet effet, un rapport publié par l'Australian Transport Safety Bureau (ATSB)[1] indiquait ce qui suit [traduction] :

L'importance des signaux visuels sur l'équilibre et l'orientation de l'être humain peut être démontrée par le peu de temps qu'il faut pour qu'une personne devienne désorientée dans l'espace une fois que les signaux visuels sont perdus :

> ***« La désorientation est très rare lorsque le pilote a des repères visuels bien définis; mais lorsqu'il tente de voler lorsque la vue du sol ou de l'horizon est dégradée par les nuages, le brouillard, la neige, la pluie, la fumée, la poussière ou l'obscurité, il devient rapidement désorienté à moins qu'il ne transfère son attention aux instruments de l'aéronef. La capacité de conserver la maîtrise d'un aéronef sans repères visuels adéquats est d'assez courte durée, généralement environ 60 secondes, même lorsque l'aéronef est en vol rectiligne en palier au moment où l'on perd la vision, et elle est de plus courte durée encore dans un virage. Dans de telles circonstances, la perte de maîtrise se produit parce que les récepteurs non visuels fournissent des informations inadéquates ou erronées sur la position, l'attitude et le mouvement de l'aéronef. »***
>
> ***(Benson, A.J. Spatial Disorientation – General Aspects, 1988)***

Dans des mauvaises conditions de visibilité (par exemple, en entrant intentionnellement ou par inadvertance dans des IMC), lorsqu'un pilote est incapable de maintenir un repère à la surface, ces illusions peuvent entraîner une désorientation spatiale, ce qui peut conduire à une manipulation inadéquate des commandes de vol et une perte de maîtrise. Ces illusions peuvent être si fortes, surtout pour les pilotes ayant peu d'expérience de vol et en vol aux instruments, que même un balayage visuel conscient des instruments de vol pourrait ne pas suffire à inciter le pilote à solliciter les commandes de vol pour effectuer les corrections adéquates.

Une perte de maîtrise de l'aéronef ou un impact sans perte de contrôle peut survenir lorsqu'on ne reconnaît pas immédiatement la désorientation spatiale. Plusieurs études publiées et rapports d'enquête aéronautique du BST ont abordé le phénomène de la désorientation spatiale et ses conséquences.

Peu de temps après avoir perdu de vue l'aéronef en cause, la pilote de l'autre aéronef de Cargair a affirmé avoir vécu une désorientation spatiale après être entrée dans des IMC, ce qui a entraîné une perte de maîtrise de l'aéronef. Cependant, elle a pu reprendre la maîtrise de l'aéronef à temps pour éviter une collision avec le sol et a pu retourner à CYMX.

[1] Bureau of Air Safety Investigation (ancien nom de l'Australian Transport Safety Bureau), SAB/RP/95/01, Dark Night Take-off Accidents in Australia (avril 1995), p. 8.

Analyse

Planification du vol et supervision par l'instructeur de vol

La pilote dans l'événement à l'étude avait obtenu les renseignements météorologiques pour la route prévue au plan de vol sur Internet. La pilote et l'instructeur ont discuté du vol-voyage à destination de l'aéroport de Sherbrooke (CYSC) et des conditions météorologiques qui prévalaient ce soir-là. Ils ont estimé que le plafond et la visibilité prévus pour cette route étaient acceptables pour le vol VFR de nuit; toutefois, certaines préoccupations ont été soulevées au sujet des vents dominants à l'arrivée prévue de l'aéronef à CYSC. Ils ont convenu que si les vents étaient trop forts, la pilote ne tenterait pas l'atterrissage. L'instructeur de vol en chef a été consulté avant que le vol ne soit autorisé.

Les plafonds nuageux signalés dans les METAR et les TAF étaient généralement propices à un vol VFR. Toutefois, les deux prévisions de zone graphique (GFA) pertinentes pour cette période indiquaient que, dans les environs du front froid et derrière celui-ci, on pouvait s'attendre à des plafonds de nuages fragmentés à 3 000 pi au-dessus du niveau de la mer (ASL), ce qui était en deçà de l'altitude de vol prévue de 3 500 pi ASL. Par ailleurs, des plafonds locaux ou fragmentés à 1 500 pi au-dessus du sol (AGL) étaient prévus. Cette information était à la disposition de l'instructeur de vol et de la pilote lors de l'examen des conditions météorologiques.

Prise de décisions en vol

Les pilotes en vol VFR peuvent entrer par inadvertance dans des IMC, particulièrement la nuit, lorsqu'il est plus difficile d'observer une détérioration des conditions météorologiques et de prendre les mesures nécessaires pour les éviter. La planification pré-vol réduit le risque d'erreurs de décision en vol, car elle peut aider à préparer le pilote pour les situations qui peuvent survenir pendant le vol. Sans cette planification, le pilote pourrait devoir prendre des décisions tout en étant soumis à un stress considérable et, par conséquent, le risque d'une prise de décisions inadéquate ou incorrecte est accru.

Avant le décollage, les pilotes devraient élaborer un plan détaillant la marche à suivre si les conditions météorologiques en route sont différentes de ce à quoi qu'ils attendaient ou si elles se détériorent. Ce plan devrait prévoir l'obligation de se dérouter ou de revenir en arrière avant d'entrer dans des IMC.

La tendance à maintenir son plan initial est un biais cognitif inconscient qui consiste à continuer avec le plan d'action initial en dépit des conditions changeantes. Une fois qu'un plan est élaboré et qu'on s'est engagé à le suivre, il peut devenir de plus en plus difficile pour la personne concernée, en particulier pendant les périodes où la charge de travail est élevée, de reconnaître les stimuli ou les conditions qui suggèrent la nécessité de modifier le plan.

Poursuite d'un vol selon les règles de vol à vue dans des conditions météorologiques de vol aux instruments

Une fois que l'aéronef à l'étude s'est stabilisé à une altitude de croisière de 3 500 pi ASL, selon ce qui avait été consigné dans le plan de vol, il est resté à cette altitude pendant environ 23 minutes. À environ 32 milles marins (NM) au nord-ouest de CYSC, la pilote dans l'événement à l'étude et la pilote de l'autre aéronef ont perdu les repères visuels à la surface, et les deux aéronefs sont descendus à 3 000 pi ASL pour poursuivre le vol en direction de CYSC. Cette descente visant à retrouver les repères visuels, puis à éviter les nuages, était la première indication que les conditions météorologiques à venir pourraient se détériorer.

Après être entrée dans des IMC pour la première fois, la pilote a vraisemblablement été affectée par un biais cognitif inconscient et par sa proximité de CYSC, ce qui l'a menée à poursuivre le vol VFR dans des conditions météorologiques défavorables.

À ce moment, dans les environs de CYSC, les couches nuageuses variaient considérablement, comme en témoignent les 4 messages d'observation météorologique spéciale d'aérodrome (SPECI) émis entre 21 h et 22 h. À 21 h 12, des couches de nuages épars aussi basses que 2 100 pi au-dessus du sol (AGL) (environ 2 900 pi ASL) ont été enregistrées à CYSC.

Peu de temps après la mise en palier à 3 000 pi ASL, à environ 19 NM au nord-ouest de CYSC, la pilote de l'autre aéronef a signalé avoir perdu de vue l'aéronef à l'étude avant de se retrouver elle-même dans des IMC pour une deuxième fois et de perdre les repères visuels au sol. Étant donné que les bases des nuages dans la région étaient inférieures à l'altitude de l'aéronef à l'étude et que le contact visuel avec l'aéronef avait été perdu, on a déterminé que lorsque l'aéronef à l'étude s'est rapproché de CYSC, la pilote est entrée par inadvertance dans des IMC pour une deuxième fois, ce qui a entraîné une perte des repères visuels à la surface.

Expérience limitée en vol de nuit selon les règles de vol à vue

Le vol de nuit nécessite que le pilote développe des habiletés supplémentaires pour évoluer dans un environnement différent de celui qu'est le vol de jour. Une référence plus régulière aux instruments de vol est nécessaire pour pallier la diminution de l'acuité visuelle, la source principale d'information pour maintenir l'orientation spatiale. Cette habileté s'acquiert en premier lieu par la formation, puis est maintenue par la pratique.

Désorientation spatiale

Lorsque les conditions météorologiques se détériorent, les risques connexes doivent être gérés de façon appropriée en même temps que la charge de travail des pilotes augmente. Par ailleurs, les pilotes doivent pouvoir reconnaître les conditions qui ne sont plus propices à la poursuite d'un vol et prendre des mesures décisives. La tâche devient encore plus ardue pour un pilote ayant peu d'expérience.

Un vol VFR qui se poursuit dans des IMC de façon inattendue nécessite une transition rapide vers le vol aux instruments pour garder la maîtrise de l'aéronef. Lorsque le pilote devient conscient de la situation, le niveau de stress tend à s'élever très rapidement. La capacité de garder la maîtrise d'un aéronef sans repères visuels adéquats est généralement d'environ 60 secondes lorsque l'aéronef est en vol rectiligne en palier au moment où les repères visuels sont perdus. Pendant un virage, ce délai est encore plus court. Un pilote ayant peu de connaissances et de pratique du vol aux instruments risque d'effectuer des manœuvres et de manipuler les commandes de manière inappropriée ainsi que de subir une désorientation spatiale.

Faits établis

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

1. Lorsque le plan du vol de nuit a été examiné par l'instructeur de vol, le plafond et la visibilité détaillés dans les messages d'observation météorologique régulière d'aérodrome et les prévisions d'aérodrome ont été jugés acceptables, et le vol d'entraînement a été autorisé.
2. Après être entrée dans des conditions météorologiques de vol aux instruments pour la première fois, la pilote a vraisemblablement été affectée par un biais cognitif inconscient

et par sa proximité de l'aéroport de Sherbrooke (Qc), ce qui l'a menée à poursuivre le vol selon les règles de vol à vue dans des conditions météorologiques défavorables.

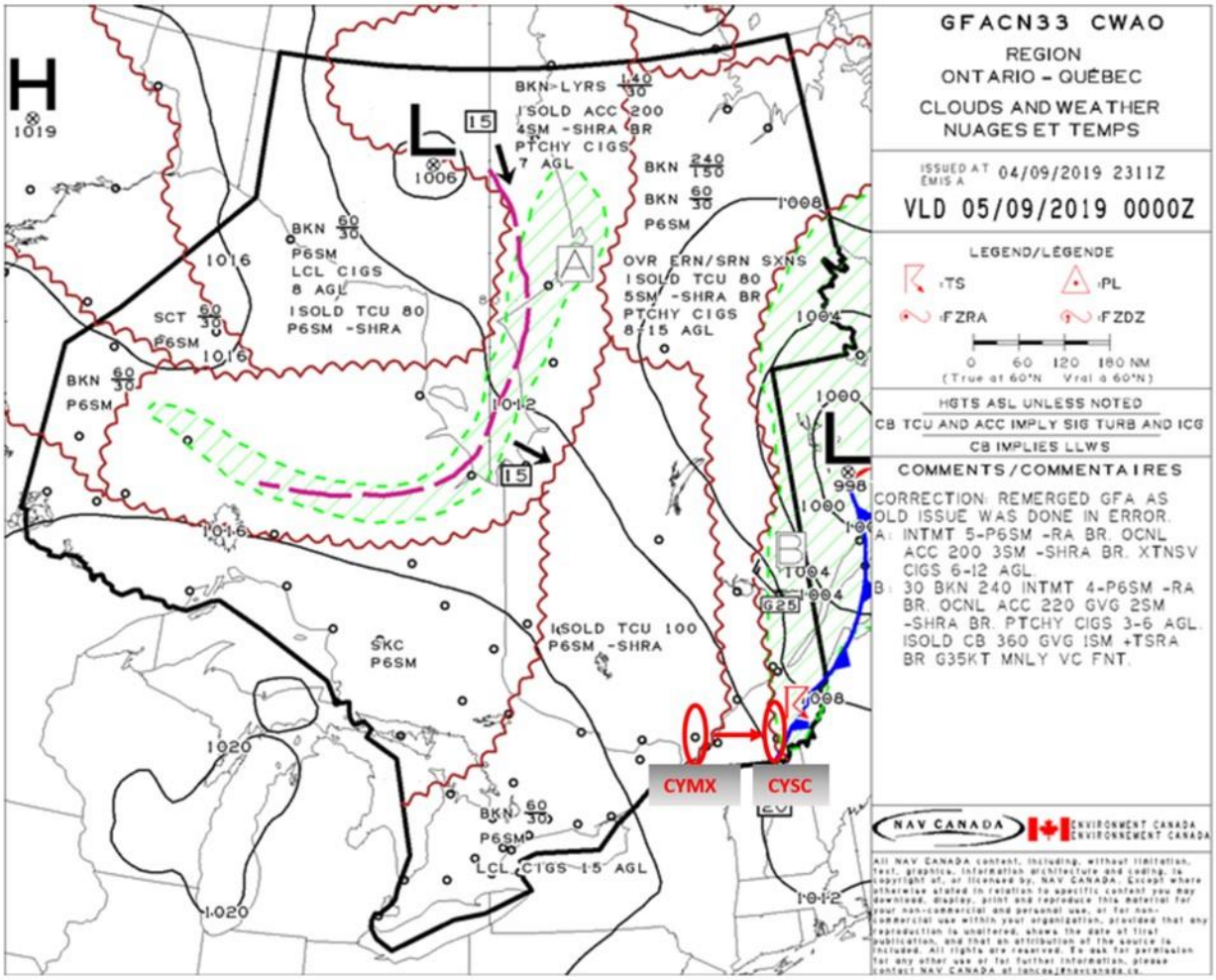
3. Lorsque l'aéronef à l'étude s'est rapproché de l'aéroport de Sherbrooke, la pilote est entrée par inadvertance dans des conditions météorologiques de vol aux instruments pour une deuxième fois, ce qui a entraîné une perte des repères visuels à la surface.
4. Compte tenu de la corrélation établie entre la perte des repères visuels et une perte de maîtrise de l'aéronef, il est fort probable que la pilote, qui avait peu d'expérience de vol en se fiant uniquement aux instruments, a perdu la maîtrise de l'aéronef en raison d'une désorientation spatiale.

Faits établis quant aux risques

1. Si l'examen météorologique avant le vol n'inclut pas tous les renseignements disponibles ou n'évalue pas l'effet des conditions météorologiques sur la capacité de maintenir un repère visuel à la surface durant le vol, en particulier pour un vol de nuit prévu, il y a un risque accru d'entrer dans des conditions météorologiques défavorables ou de vol aux instruments.
2. Si le *Règlement de l'aviation canadien* ne définit pas clairement ce qu'on entend par des « repères visuels à la surface », il y a un risque que des vols de nuit soient effectués avec des repères visuels inadéquats, ce qui augmente les risques liés au vol selon les règles de vol à vue de nuit, notamment les impacts sans perte de contrôle et les accidents avec perte de maîtrise.

Annexes

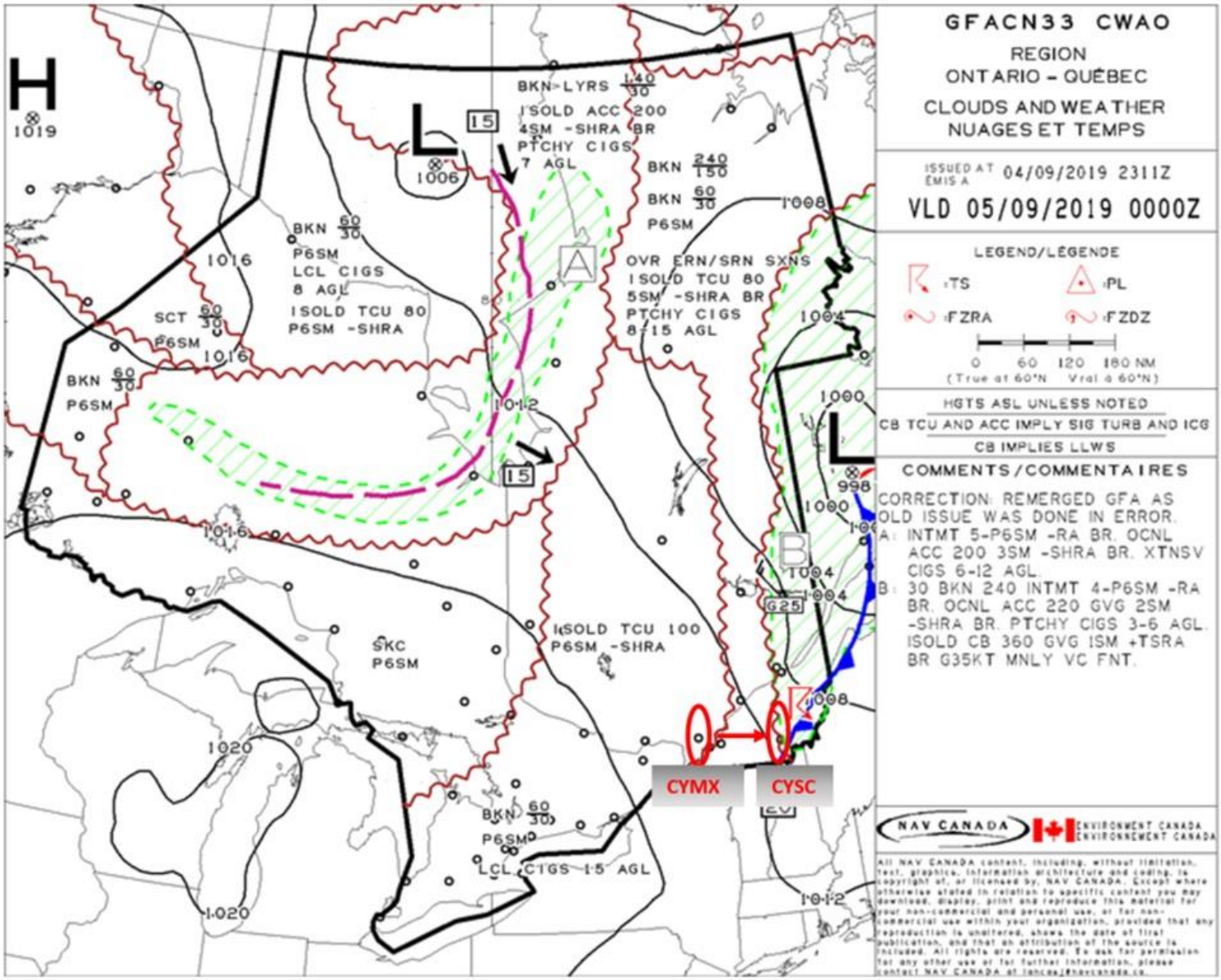
Annexe A – Carte Nuages et temps de la prévision de zone graphique (GFA) – GFACN33 émise à 13 h 31 (heure avancée de l'Est)



Annexe A– Carte Nuages et temps de la prévision de zone graphique (GFA) – GFACN33 émise à 13 h 31 (heure avancée de l'Est)

Source : NAV CANADA, avec annotations du BST

Annexe B – Carte Nuages et temps de la prévision de zone graphique (GFA) – GFACN33 émise à 19 h 11 (heure avancée de l'Est)



Annexe B – Carte Nuages et temps de la prévision de zone graphique (GFA) – GFACN33 émise à 19 h 11 (heure avancée de l'Est)

Source : NAV CANADA, avec annotations du BST

Rapport final du BST A20C0037 — Sortie de piste

Renseignements de base

Le 28 avril 2020, l'aéronef Beechcraft King Air A100 effectuait le vol, qui devait partir de l'aéroport de Yellowknife (CYZF) (T.N.-O.), pour ensuite se diriger vers l'aéroport de Cambridge Bay (CYCB) (Nt), où du fret devait être embarqué, pour enfin se rendre à l'aéroport de Kugaaruk (CYBB) (Nt).

Vers 8 h, le commandant de bord est arrivé au hangar de l'entreprise à CYZF pour amorcer les préparatifs du vol. Le premier officier est arrivé au hangar à 9 h. Le commandant de bord a organisé l'avitaillement de l'aéronef, alors que le premier officier déposait un plan de vol selon les règles de vol aux instruments (IFR) de CYZF à CYCB. L'aéronef a quitté CYZF à 9 h 52 pour effectuer le vol vers CYCB. Le commandant de bord occupait le siège de gauche et le premier officier occupait le siège de droite.

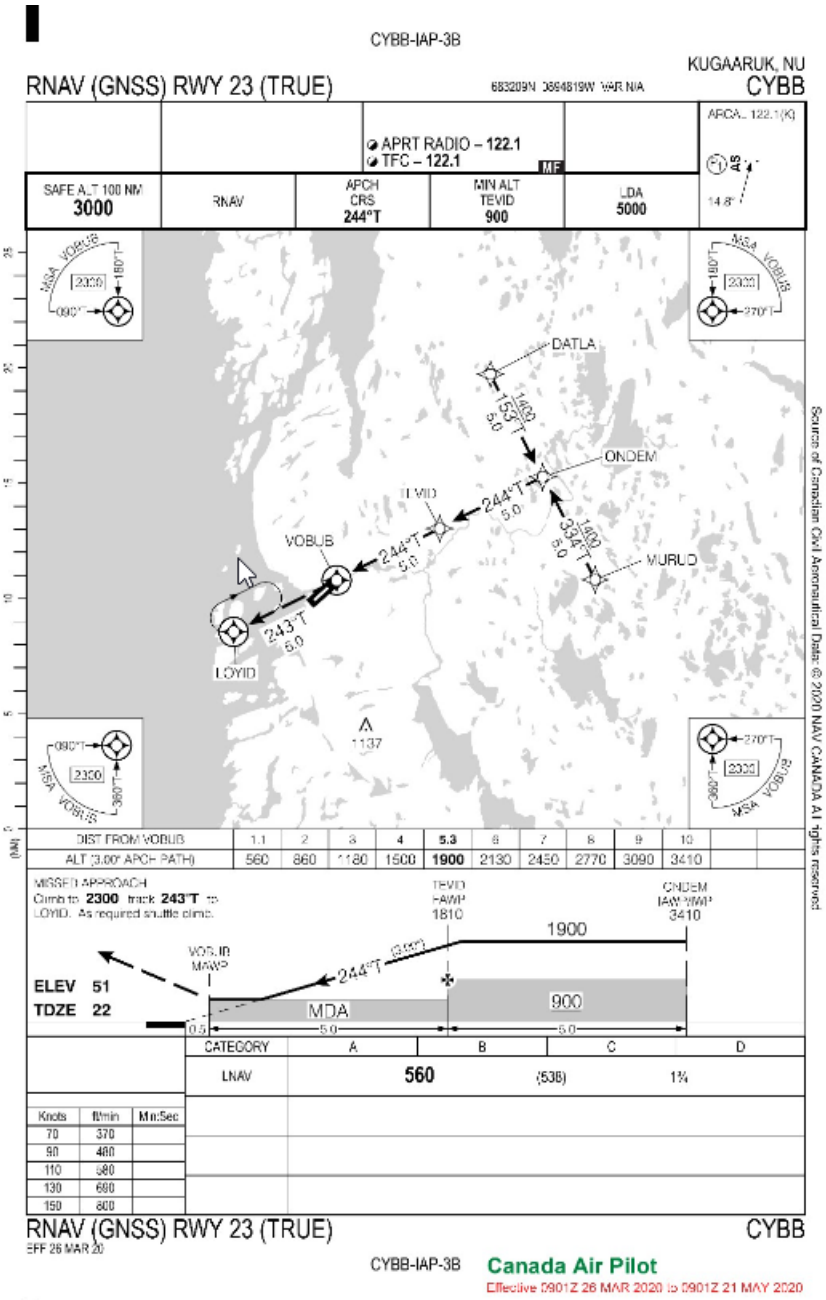
L'aéronef s'est posé à CYCB à 11 h 49. L'aéronef a été ravitaillé et le fret, composé de boîtes de combustible pour camping (naphta), a été chargé dans la cabine et la nacelle ventrale. Le premier officier a vérifié les conditions météorologiques et a déposé un plan de vol IFR pour le vol de CYCB à CYBB. L'aéroport de Gjoa Haven (CYHK) (Nt) était l'aéroport de dégagement prévu.

Le vol à l'étude

À 12 h 16, l'aéronef a quitté CYCB en direction de CYBB. La durée de vol prévue était d'environ 1 heure et 30 minutes. Le premier officier était le pilote aux commandes. Alors que l'aéronef passait au-dessus de CYHK, l'équipage de conduite a constaté que d'après les conditions météorologiques signalées par le système automatisé d'observations météorologiques de l'aéroport, CYHK constituait toujours un aéroport de dégagement acceptable. À 13 h 19, lorsque le vol se trouvait à environ 80 NM de CYBB au niveau de vol 210, l'équipage de conduite a appelé la station radio d'aérodrome communautaire de CYBB. L'équipage de conduite a reçu le compte rendu de l'état de la surface de la piste et a été informé que les vents soufflaient du 200° vrai (V) à 24 nœuds, avec des rafales à 33 nœuds. À 13 h 20, l'exploitant de la station radio d'aérodrome communautaire a appelé l'équipage de conduite et a transmis les observations météorologiques de CYBB relevées à 13 h, signalant que la visibilité horizontale était de ¼ SM dans de la neige légère et de la poudrerie, et que la visibilité verticale était de 400 pi. L'équipage de conduite a constaté que la visibilité avait diminué depuis son départ de CYCB, mais il a poursuivi l'approche. Le vent signalé allait engendrer une composante de vent de travers de 12 à 16 nœuds soufflant de la gauche sur la piste 23. Le commandant de bord a pris les commandes à 13 h 27, au début de la descente, et les vérifications de descente ont été effectuées.

Le commandant de bord a remis les commandes au premier officier au point de cheminement d'approche initiale DATLA, et il a effectué l'exposé pour une approche de navigation de surface (RNAV) surveillée par le pilote vers la piste 23 (Figure 1). L'approche finale est effectuée sur une trajectoire de 244 °V, qui est décalée de 15° par rapport au cap de piste de 229 °V (Figure 1). Lorsqu'un contact visuel est établi avec la piste à l'altitude minimale de descente (MDA) ou avant, un virage à gauche est nécessaire pour aligner l'aéronef sur le cap de piste.

Au cours de la descente, l'équipage de conduite a activé les feux de piste et le système d'indicateur de trajectoire d'approche de précision (PAPI) au moyen du système de balisage lumineux d'aérodrome télécommandé (ARCAL). Le commandant de bord a réglé les volets pour l'approche (40 %), et le premier officier a piloté la descente. Lorsque le commandant de bord a confirmé le contact visuel avec la piste, de la neige soufflait sur celle-ci en diagonale de gauche à droite. La piste elle-même se présentait comme une forme noire dans de la poudrerie. Étant donné ces circonstances, le balisage lumineux de piste et le PAPI n'ont pas pu être observés. Le commandant de bord a réglé les volets pour l'atterrissage (100 %), puis, dans le cadre de la procédure d'approche surveillée par le pilote, il a pris les commandes de l'aéronef en qualité de pilote aux commandes. Le premier officier a levé les yeux des instruments et, à travers la poudrerie, il a observé la piste ainsi que la station radio d'aérodrome communautaire et l'aire de trafic de l'aéroport à l'avant et vers la gauche.



Carte d'approche RNAV (GNSS) de la piste 23 à l'aéroport de Kugaaruk (CYBB) (Nt) (à ne pas utiliser pour la navigation)

L'aéronef a franchi le seuil de la piste à une vitesse indiquée de 100 nœuds. Alors que le commandant de bord effectuait l'arrondi de l'aéronef, le premier officier l'a averti de la présence de bancs de neige sur le côté droit de la piste.

À 13 h 50, lorsque le train d'atterrissage principal droit s'est posé, l'aéronef a viré à droite et a quitté la surface de la piste. L'aile droite est entrée en contact avec les bancs de neige et l'aéronef a tourné d'environ 90° vers la droite avant d'entrer en collision le nez en premier avec un banc de neige élevé.

L'aéronef a été lourdement endommagé, mais le fret est resté en place.

Les deux membres de l'équipage de conduite n'ont pas subi de blessures.

Dommages à l'aéronef

Le fuselage, le nez, les moteurs, les hélices, les nacelles, les volets, la section centrale de la voilure et le longeron de l'aile droite de l'aéronef ont été endommagés (Figure 1).

Figure 2. Épave de l'aéronef de l'événement à l'étude (Source : tierce partie, avec permission)

Renseignements sur le personnel

Les membres de l'équipage de conduite possédaient les certifications et les qualifications nécessaires pour ce vol, conformément aux règlements en vigueur.

Renseignements sur l'aéronef

L'aéronef Beechcraft King Air A100 est un biturbopropulseur pressurisé à voilure fixe, fabriqué par la Beech Aircraft Corporation. D'après les dossiers, il n'y avait aucune défectuosité non réglée au moment de l'événement. En outre, rien n'indique qu'une défaillance d'un système ou d'un composant ait joué un rôle dans l'événement à l'étude.

Renseignements météorologiques

Tôt le matin du 28 avril 2020, il y avait une tempête hivernale à CYBB et la vitesse du vent a commencé à augmenter vers 5 h. La neige légère, combinée à la poudrerie, a produit une faible visibilité qui rendait les déplacements difficiles dans le hameau et à l'aéroport. Ces conditions ont persisté jusqu'après l'événement.

Lorsque le premier officier a vérifié les conditions météorologiques pendant l'escale à CYCB, les prévisions d'aérodrome pour CYBB émises à 11 h 46 étaient les suivantes :

- de 11 h à 17 h, vents soufflant du 200 °V à 20 nœuds, avec rafales à 30 nœuds, visibilité de 1 SM dans de la neige légère et de la poudrerie, plafond couvert à 2 000 pi;
- temporairement de 11 h à 17 h, visibilité de 3 SM dans de la poudrerie, plafond couvert à 2 500 pi.

Le message d'observation météorologique régulière d'aérodrome (METAR) pour CYBB émis à 13 h et fourni à l'équipage de conduite à 13 h 20 indiquait ce qui suit :

- vents soufflant du 200 °V à 24 nœuds, avec rafales à 33 nœuds;
- visibilité de ¼ SM dans de la neige légère et de la poudrerie;
- visibilité verticale de 400 pi.

Environ 10 minutes après l'événement, le METAR émis à 14 h indiquait ce qui suit :

- vents soufflant du 200 °V à 24 nœuds, avec rafales à 32 nœuds;
- visibilité de ¼ SM dans de la neige légère et de la poudrerie;
- visibilité verticale de 400 pi.

Renseignements sur l'aérodrome

Le gouvernement du Nunavut est propriétaire de CYBB, qui est exploité par la Division des aéroports du Nunavut du ministère du Développement économique et des Transports.

CYBB ne dispose pas d'une tour de contrôle de la circulation aérienne. La station radio d'aérodrome communautaire de CYBB offre des services consultatifs météorologiques et aériens sur la fréquence obligatoire de 122,1 MHz. Cette station radio est située à environ 1/5 SM du seuil de la piste 23.

Piste 05/23

La piste à CYBB (piste 05/23) est une piste en gravier d'une longueur de 5 000 pi et d'une largeur de 100 pi. La bande de piste est nivelée à une largeur de 151 pi. La piste 23 est orientée à 229 °V, et le seuil est à 20 pi au-dessus du niveau de la mer. La piste 23 est certifiée avec une visibilité opérationnelle d'aérodrome de ½ SM.

Le 28 avril 2020, à 8 h 08, un compte rendu de l'état de la surface de la piste a été émis. Ce rapport indiquait que la piste était nue et sèche à 70 % et recouverte de neige sèche sur une trace de neige compactée à 30 %.

Balisage lumineux de piste

La piste 05/23 est munie de feux de seuil de piste verts et de feux d'extrémité de piste rouges. Les feux de bord de piste sont blancs et montés sur des poteaux à 27 po (70 cm) au-dessus de la surface (ce qui est supérieur à la norme de 35 cm).

Balisage lumineux d'aérodrome télécommandé

Le balisage lumineux de l'aéroport est commandé par un système ARCAL de type K exploité sur la fréquence 122,1 MHz. Appuyer initialement sept fois sur le bouton du microphone permet d'allumer les feux à leur intensité maximale durant 15 minutes. L'intensité des feux peut être ajustée en appuyant sur le bouton du microphone sept, cinq ou trois fois en 5 secondes pour sélectionner respectivement le niveau élevé, moyen ou faible.

Indicateur de trajectoire d'approche de précision

La piste 05/23 comporte des PAPI de type P1, qui sont étalonnés pour les aéronefs dont la hauteur entre les yeux et les roues ne dépasse pas 10 pi. Le PAPI a été activé automatiquement lorsque l'équipage de conduite a allumé les feux de piste à l'aide du système ARCAL.

Maintenance hivernale

Le plan de maintenance hivernale de la Division des aéroports du Nunavut est commun à tous les aéroports exploités par la Division. Le plan de maintenance hivernale a été préparé à l'aide de la Circulaire d'information n° 302-013[1]de TC à titre de document d'orientation.

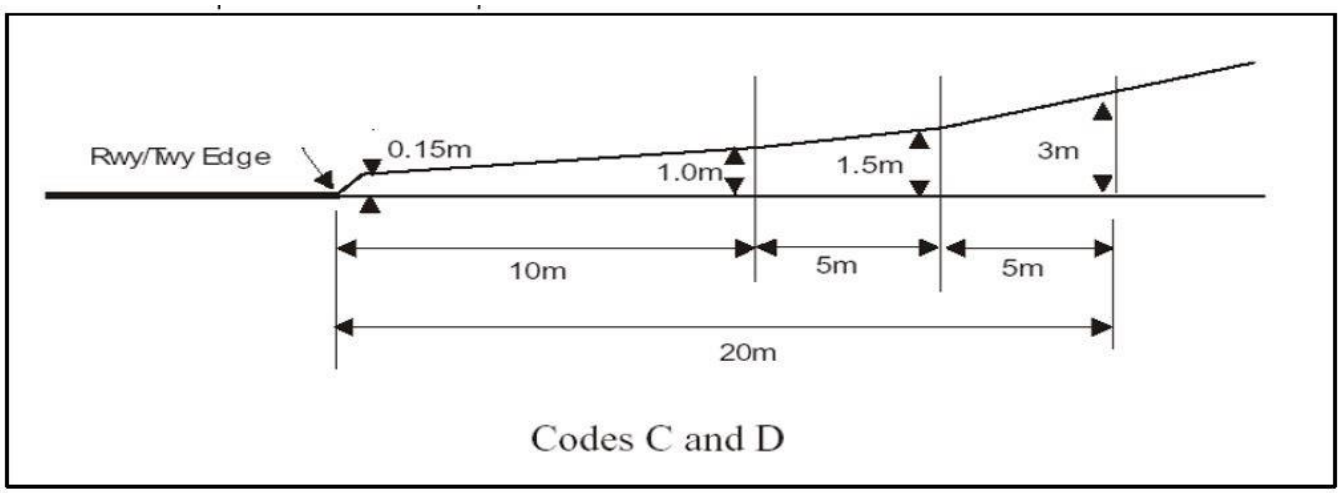


Figure 2. Accumulation maximale de neige au bord d'une piste ou d'une voie de circulation [Rwy/Twy Edge] pour les aéroports de code C ou D (Source : Transports Canada, Circulaire d'information no 302-013 : Planification et maintenance aux aéroports en hiver, annexe A, *en anglais seulement)*

[1] Transports Canada, Circulaire d'information (CI) n° 302-013, *Planification et maintenance aux aéroports en hiver*, numéro 4 (31 octobre 2018).

Le déneigement des aéroports pendant les blizzards doit être réduit si le personnel de maintenance de l'aéroport détermine que le déplacement jusqu'à l'aéroport est trop dangereux, comme c'était le cas le jour de l'événement. La Circulaire d'information n° 302-013 de TC recommande que l'exploitant de l'aéroport indique au moyen d'un NOTAM si des chutes de neige qui durent des heures, voire des jours, se traduiront par le dépassement des limites de pente de banc de neige dans les zones prioritaires[2]. Le plan de maintenance hivernale ne contient pas cette ligne directrice, et un NOTAM n'a pas été émis.

Renseignements sur l'épave et sur l'impact

Au cours de la sortie de piste, l'aéronef a tourné de presque 90° vers la droite lorsque l'aile droite est entrée en contact avec un banc de neige. L'aéronef s'est immobilisé le nez en premier contre un banc de neige élevé du côté nord-ouest de la piste 23, à environ 1 900 pi au-delà du seuil.

Au moment de l'événement, la hauteur du banc de neige et sa proximité des feux de bord de piste dépassaient les directives[3] de TC dans certaines zones le long de la piste. La poudrerie de la journée semblait s'être accumulée autour des feux de bord de piste et à la même hauteur que ceux-ci.

[2] Transports Canada, Circulaire d'information (CI) n° 302-013, *Planification et maintenance aux aéroports en hiver*, numéro 4 (31 octobre 2018), section 4.4(3).

[3] Transports Canada, Circulaire d'information (CI) n° 302-013, *Planification et maintenance aux aéroports en hiver*, numéro 4 (31 octobre 2018), annexe A.

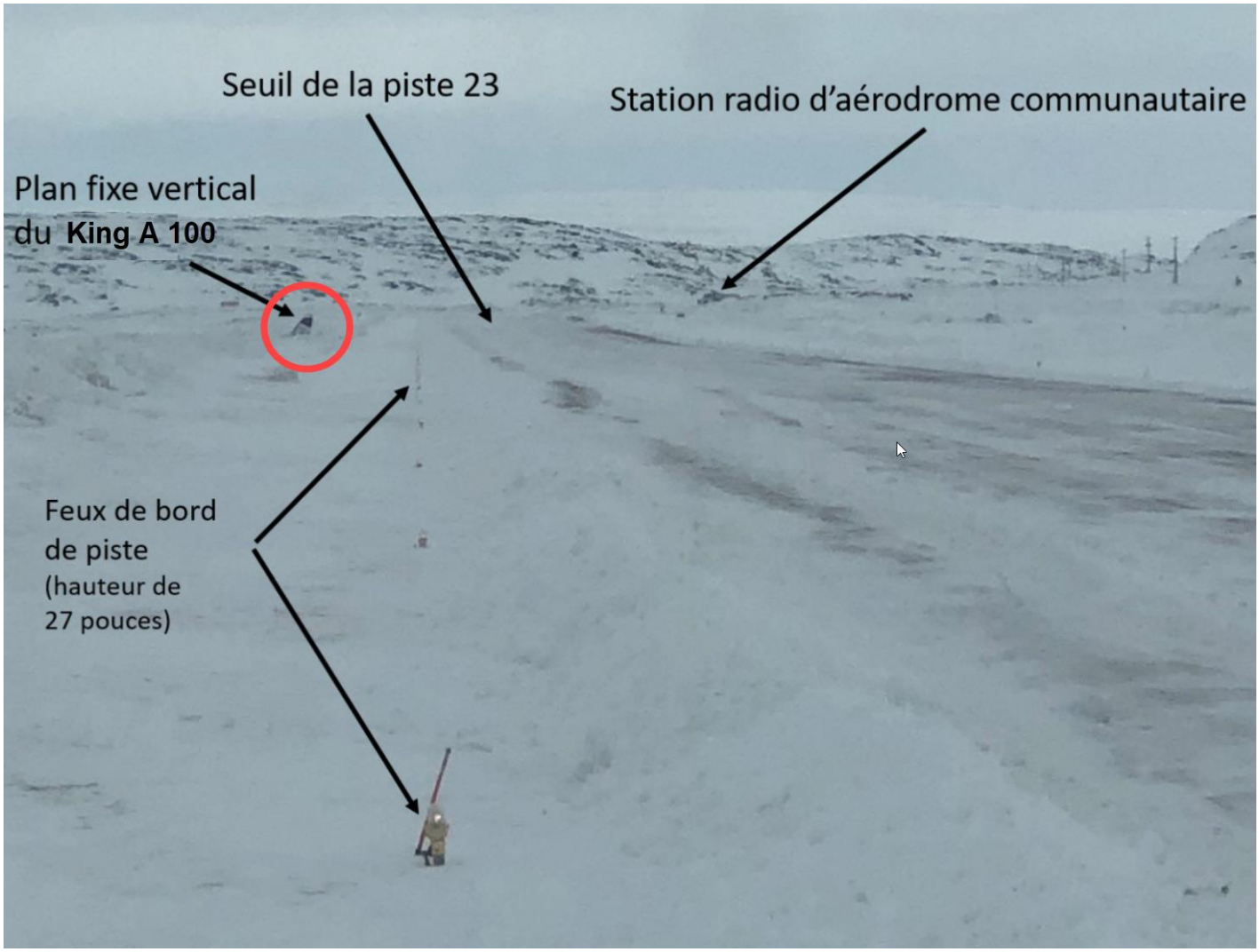


Figure 3. Vue vers le seuil de la piste 23 (Source : tierce partie, avec permission, et avec annotations du BST)

Une photo de la piste a été prise le lendemain de l'événement, après le début du déneigement (Figure 3). En raison de la présence de bancs de neige le long de la piste, la seule partie de l'aéronef qui est visible sur la photo est le plan fixe vertical. La photo montre également que l'accumulation de neige le long de la piste est presque aussi élevée que les feux de bord de piste, dont la hauteur est de 27 po.

Renseignements supplémentaires

Visibilité publiée dans le *Canada Air Pilot*

Lorsque la carte d'approche utilisée par l'équipage de conduite de l'événement à l'étude a été conçue, la visibilité recommandée publiée pour l'approche RNAV (GNSS) de la piste 23 (vrai) était de 1 ¾ SM. Cette mesure était fondée sur la distance d'un aéronef par rapport au seuil de piste lorsqu'il atteint la MDA alors qu'il suit une pente de descente optimale de 3°. Cette visibilité devrait, selon toute probabilité, permettre aux pilotes d'acquérir les repères visuels requis pour procéder à l'atterrissage (voir la section intitulée « Visibilité opérationnelle aux aérodromes ») du présent rapport. Toutefois, au Canada, ces visibilités d'atterrissage publiées ne sont fournies qu'à titre d'information et, comme l'indique les pages générales du CAP :

> *elles ne sont pas limitatives, et leur but est d'aider le pilote à estimer la probabilité d'un atterrissage réussi en regard des rapports de visibilité disponibles de l'aérodrome vers lequel l'approche aux instruments est effectuée.*

Minimums opérationnels d'approche et d'atterrissage

Les pages générales du CAP stipulent que :

[l]a sous-partie 602 du RAC spécifie que les atterrissages sont régis par les DH [hauteur de décision]/MDA publiées. Un pilote d'aéronef en approche aux instruments n'a pas le droit de poursuivre la descente sous la DH, ou de descendre sous la MDA, selon le cas, à moins que la référence visuelle requise ne soit établie et maintenue pour effectuer un atterrissage sûr. Lorsque la référence visuelle requise n'est pas établie ou maintenue, le pilote doit effectuer une approche interrompue.

Au Canada, la visibilité minimale est définie par un calcul applicable à toutes les approches, mais qui varie selon le type d'opération. Ce calcul, appelé interdiction d'approche, est appliqué à la visibilité publiée (qui n'est pas limitative, mais fournie à titre d'information seulement).

Interdiction d'approche

Les calculs de la visibilité minimale pour une interdiction d'approche sont les suivants :

- ¾ de la visibilité publiée pour les exploitants commerciaux;
- ½ de la visibilité publiée pour les exploitants commerciaux qui détiennent une spécification d'exploitation 019 de visibilité réduite;
- ¼ SM pour les exploitants privés, quelle que soit l'approche effectuée.

Le vol à l'étude a été effectué en exploitation commerciale sans spécification d'exploitation 019. La visibilité minimale découlant du calcul des ¾ de la visibilité publiée de 1 ¾ SM pour l'approche RNAV (GNSS) vers la piste 23 (vrai) à CYBB serait de 1 ½ SM. Les pages générales du CAP établissent la hiérarchie qui dicte quel rapport de visibilité aura priorité dans le calcul de l'interdiction d'approche :

Le rapport de RVR [portée visuelle de piste] a priorité sur le rapport de visibilité de piste ou le rapport de visibilité au sol, et le rapport de visibilité de piste a priorité sur le rapport de visibilité au sol.

Toutefois, les pages générales du CAP indiquent également ce qui suit :

La visibilité au sol n'impose une interdiction d'approche qu'aux aérodromes se trouvant au sud du 60e de latitude Nord.

Étant donné que CYBB ne fournit ni des rapports de RVR ni des rapports de visibilité de piste et que l'aérodrome se trouve au nord du 60e parallèle de latitude nord, il n'y a aucune interdiction d'approche pour toute approche à CYBB, quelle que soit la visibilité au sol signalée.

Visibilité opérationnelle aux aérodromes

Au moment de décider si un vol sera effectué ou non, le pilote commandant de bord de l'aéronef doit être convaincu que les conditions à l'aérodrome de destination conviennent à l'opération prévue. Le pilote commandant de bord

doit s'assurer que la visibilité prévue s'inscrit dans la visibilité opérationnelle certifiée de l'aérodrome. Lorsqu'un aérodrome est certifié pour une visibilité opérationnelle inférieure à ½ SM (RVR 2600), la limite est publiée dans la section du *Supplément de vol – Canada* (CFS) portant sur les pistes, ainsi que sur la carte d'aérodrome publiée dans le CAP. Si la visibilité opérationnelle d'un aérodrome n'est pas publiée dans le CFS, comme c'est le cas pour CYBB, cela signifie que les opérations ne sont pas autorisées lorsque la visibilité est inférieure à ½ SM.

Aux aérodromes sans tour de contrôle de la circulation aérienne, comme CYBB, la visibilité opérationnelle pour les arrivées est déterminée selon la hiérarchie suivante :

- la RVR pour la piste qu'on prévoit d'utiliser;
- la visibilité au sol (METAR);
- la visibilité déterminée par le pilote.

Les pistes de CYBB ne sont pas équipées pour mesurer la RVR; par conséquent, la visibilité opérationnelle est déterminée par la visibilité au sol (tirée du METAR) ou, en l'absence de ce message, par la visibilité déterminée par le pilote.

Il existe certaines exceptions pour effectuer un atterrissage sous la visibilité opérationnelle d'aérodrome publiée. À CYBB, il n'y a pas d'installation de RVR, de sorte que ces exceptions se limitent aux cas suivants :

- le rapport de visibilité est reçu après que l'aéronef a franchi le point de cheminement d'approche finale en rapprochement (TEVID);
- avant 1 000 pi au-dessus de l'altitude de l'aérodrome, le « commandant de bord détermine qu'un phénomène météorologique localisé a une incidence sur la visibilité au sol après avoir constaté que la piste devant servir à l'atterrissage et le trajet de circulation au sol pour se rendre à destination à l'aérodrome sont visibles et reconnaissables ».

Au moment de l'atterrissage de l'aéronef de l'événement à l'étude, la visibilité (¼ SM) était inférieure à la visibilité opérationnelle d'aérodrome pour la piste 23 (½ SM).

Référence visuelle requise pour l'atterrissage

Une fois qu'il est établi qu'une approche est autorisée en fonction des critères d'interdiction d'approche et de la visibilité opérationnelle d'aérodrome, un aéronef peut descendre sous la MDA au cours de l'approche à condition que les références visuelles requises par le pilote comprennent au moins l'un des repères suivants pour la piste prévue et que le pilote puisse les voir et les distinguer clairement :

- piste ou marques de piste;
- seuil de piste ou marques de seuil;
- zone de poser ou marques de la zone de poser;
- feux d'approche;
- indicateur de pente d'approche;
- feux d'identification de piste;

- feux de seuil et d'extrémité de piste;
- balisage lumineux de zone de poser;
- feux parallèles de bord de piste;
- feux d'axe de piste.

Lorsque les pilotes ne peuvent pas établir ou maintenir la référence visuelle requise, ils doivent effectuer une approche interrompue. La décision d'amorcer une procédure d'approche interrompue est l'une des dernières défenses pour atténuer le risque d'accident lié à l'approche ou à l'atterrissage.

Illusions visuelles

Pour un pilote qui effectue une approche et un atterrissage dans de la poudrerie basse, l'aéronef peut sembler dériver latéralement dans une direction opposée à la poudrerie. Pour corriger cette dérive apparente, le pilote peut solliciter les commandes d'une manière qui entraîne une correction excessive de la dérive et qui peut mener à un atterrissage hors piste. Dans des conditions de vent de travers, l'illusion peut être décrite comme une [traduction] « piste en mouvement ».

Analyse

Rien n'indique qu'il y ait eu une défaillance de la cellule, des moteurs ou d'un système pendant le vol à l'étude. L'aéronef était exploité dans les limites permises en matière de masse et de centre de gravité, et l'équipage de conduite possédait les certifications et les qualifications nécessaires pour le vol, conformément à la réglementation en vigueur.

Déneigement

Pendant la majeure partie des mois de mars et d'avril 2020, la souffleuse à neige de l'aéroport de Kugaaruk (CYBB) (Nt) était hors service. La chargeuse de l'aéroport était également hors service à plusieurs reprises. En l'absence d'une souffleuse à neige fonctionnelle, la hauteur des bancs de neige qui s'étaient accumulés près de la piste dépassait les limites publiées dans le plan de maintenance hivernale de CYBB.

Le jour de l'événement, il y avait une tempête hivernale à l'aéroport depuis environ 5 h, lorsque la vitesse du vent a commencé à augmenter. En raison de la visibilité réduite, il n'y a pas eu de déneigement actif; par conséquent, des congères s'étaient accumulées autour des feux de bord de piste et le long des bords de piste. Des bancs de neige étaient également déjà présents à proximité des feux de bord de piste.

Vols dans des environnements à faible visibilité

Dans des pays autres que le Canada, il est interdit d'effectuer une approche selon les règles de vol aux instruments (IFR) si la visibilité signalée est inférieure à la visibilité publiée applicable sur la carte d'approche. Toutefois, au Canada, de nombreuses règles, conditions et exceptions liées aux interdictions d'approche sont publiées dans les pages générales du *Canada Air Pilot* (CAP).

Les exigences d'interdiction d'approche fondées sur la visibilité au sol signalée d'un aérodrome ne s'appliquent pas au nord du 60e parallèle de latitude nord. Par conséquent, dans l'événement à l'étude, l'approche n'était pas interdite, même si la visibilité au sol signalée était de ¼ SM au moment de l'approche, ce qui est bien en dessous du minimum de 1 ½ SM (¾ de la visibilité publiée) qui aurait été requis si la visibilité au sol de l'interdiction d'approche constituait une limite au nord du 60e parallèle de latitude nord.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

Les approches aux aéroports se trouvant au nord du 60e parallèle de latitude nord ne sont pas restreintes par la visibilité au sol et, par conséquent, l'équipage de conduite a poursuivi l'approche lorsque la visibilité signalée était de ¼ SM, ce qui est inférieur à la visibilité recommandée publiée de 1 ¾ SM pour cette approche.

Par ailleurs, chaque aérodrome établit une limite de visibilité opérationnelle qui est indépendante de l'interdiction d'approche. Cette limite n'est pas publiée au même endroit que la visibilité publiée pour l'approche. Elle est publiée dans la section du *Supplément de vol – Canada* (CFS) portant sur les pistes. Si la visibilité opérationnelle d'un aérodrome n'est pas publiée dans le CFS, comme c'est le cas pour CYBB, cela signifie que les opérations ne sont pas autorisées lorsque la visibilité est inférieure à ½ SM.

Pour déterminer si une approche est permise, il faut consulter la carte d'approche (dans le CAP) et les critères d'interdiction d'approche (dans les pages générales du CAP). Ensuite, il faut consulter la section du CFS portant sur les pistes pour déterminer si les atterrissages sont autorisés lorsque la visibilité est inférieure à ½ SM. L'interdiction d'approche et la visibilité opérationnelle d'un aérodrome sont deux facteurs pouvant faire qu'une approche ou un atterrissage ne sont pas autorisés à cet aérodrome.

Dans l'événement à l'étude, l'approche était autorisée étant donné l'exception à l'interdiction d'approche stipulant qu'au nord du 60e parallèle de latitude nord, l'utilisation de la visibilité au sol signalée n'était pas requise; toutefois, la visibilité opérationnelle de l'aérodrome n'autorisait pas les atterrissages puisque la visibilité dominante au moment de l'atterrissage était inférieure au minimum de ½ SM requis pour CYBB. L'application de ces deux exigences indépendantes peut créer de la confusion et donner à certains pilotes l'impression que, si l'interdiction d'approche n'est pas en vigueur, les atterrissages sont autorisés sans qu'il soit nécessaire de tenir compte des exigences de visibilité opérationnelle d'aérodrome.

Fait établi quant aux causes et aux facteurs contributifs

L'équipage de conduite croyant que l'absence d'interdiction d'approche autorisait un atterrissage, il a atterri à CYBB, même si la visibilité au sol signalée était inférieure à la visibilité opérationnelle d'aérodrome minimale.

L'atterrissage

Au cours des dernières étapes de l'approche, la surface de la piste était visible à travers la poudrerie, mais les feux de piste et l'indicateur de trajectoire d'approche de précision (PAPI) n'ont pas été observés. Une fois le contact visuel établi avec la piste, un virage à gauche était nécessaire pour aligner l'aéronef sur le cap de piste en raison du décalage de 15° de l'approche IFR. Le pilote aux commandes était d'autant plus confronté à une composante de vent de travers de 12 à 16 nœuds soufflant de la gauche, qui était toutefois inférieure à la composante maximale de vent de travers démontrée de 25 nœuds pour l'aéronef. La neige qui soufflait en diagonale de gauche à droite sur la piste a probablement créé une illusion d'une piste en mouvement; le pilote aux commandes aurait donc pu croire que l'aéronef dérivait latéralement à gauche par rapport à la piste.

Alors que le commandant de bord effectuait l'arrondi de l'aéronef en vue de l'atterrissage, l'observation du premier officier des bancs de neige à proximité de l'aile droite de l'aéronef et l'avertissement qu'il a donné au commandant de bord à ce sujet ont révélé que l'accumulation de neige était inhabituelle et inattendue. L'aéronef s'est ensuite posé sur le côté droit de la piste à proximité, voire au-delà, du bord de la piste.

L'aéronef a continué à s'éloigner de la surface de la piste, et l'aile droite est entrée en contact avec les bancs de neige élevés observés par le premier officier.

Faits établis

Faits établis quant aux causes et aux facteurs contributifs

Il s'agit des conditions, actes ou lacunes de sécurité qui ont causé l'événement ou y ont contribué.

1. Les approches aux aéroports se trouvant au nord du 60e parallèle de latitude nord ne sont pas restreintes par la visibilité au sol et, par conséquent, l'équipage de conduite a poursuivi l'approche lorsque la visibilité signalée était de ¼ SM, ce qui est inférieur à la visibilité recommandée publiée de 1 ¾ SM pour cette approche.
2. L'équipage de conduite croyant que l'absence d'interdiction d'approche autorisait un atterrissage, il a atterri à l'aéroport de Kugaaruk, même si la visibilité au sol signalée était inférieure à la visibilité opérationnelle d'aérodrome minimale.
3. L'approche décalée, la composante de vent de travers de la gauche et l'illusion d'une piste en mouvement créée par la poudrerie sont autant de facteurs qui ont contribué à l'alignement de l'aéronef sur le côté droit de la piste.
4. L'aéronef s'est posé près du bord droit de la piste et, lorsque le train d'atterrissage droit a heurté la neige plus profonde le long du bord de la piste, l'aéronef a viré à droite et a quitté la surface de la piste.
5. La profondeur de la neige adjacente à la piste dépassait les limites prescrites dans le plan de maintenance hivernale de l'exploitant d'aéroport. Par conséquent, l'aéronef a subi des dommages additionnels lorsqu'il a quitté la surface de la piste.